

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Metsätalouden koulutusohjelma

Jeppe Pusila

UUDISTUSALOJEN MAANMUOKKAUKSEN LAADUN SEURANTA JA PA-  
RANTAMINEN METSÄNHOITOYHDISTYS PÄIJÄT-HÄMEEN ALUEELLA

Opinnäytetyö 2011

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Metsätalous

PUSILA, JEPPE

Uudistusalojen maanmuokkauksen laadun seuranta ja parantaminen Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen alueella

Opinnäytetyö

43 sivua + 1 liitesivu

Työn ohjaaja

Maa- ja metsätaloustieteiden maisteri Pekka Kuitunen

Toimeksiantaja

Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme, Antero Lehti

Toukokuu 2011

Avainsanat

maanmuokkaus, laikutus, mätästys, ojitus, metsänuudistus, laadunvalvonta, ohjeistaminen, omavalvonta, omavalvontalomake

Metsänuudistamisessa maanmuokkauksella on merkittävä vaikutus uudistamistulokseen. Oikeilla valinnoilla on kauaskantoiset seuraukset sekä merkittävä taloudellinen vaikutus uuden metsikön tuottoon. Parhaassa tapauksessa oikein tehty maanmuokkaus alentaa taimikonhoitokustannuksia ja lyhentää metsän kiertoaikaa merkittävästi. Opinnäytetyössä tarkasteltiin maanmuokkauksen työn laatua sekä vertailtiin eri urakoitsijoiden välistä tyäjälkeä.

Tutkimuksessa oli mukana 14 maanmuokkaukohdetta, jotka kaikki oli muokattu kairinkoneella. Yhteispinta-ala kohteilla oli 35.3 hehtaaria. Se ei ole kovin suuri pinta-ala, mutta riittää vähintäänkin suuntaa antavien tulosten saamiseksi. Kaikki kuviot on muokattu vuosien 2009 – 2010 aikana ja mittaukset tehtiin kesän 2010 aikana.

Jokainen kohde mitattiin vähinään kahdeksalla ympyräkoealalla, jotka sijoitettiin kuvioille mahdollisimman kattavasti. Ympyräkoealan säteenä käytettiin 3,99 metriä, joten koealan koko on 50 m<sup>2</sup> ja hehtaariohtainen kerroin on 200. Koealoja mitattiin kaikkiaan 117 kappaletta, joiden yhteispinta-alaksi muodostui 0,585 hehtaaria. Maanmuokkausurakoitsijoita oli neljä kappaletta. Heidän välillään eroja tutkittiin jakamalla työmaat muokkauksen tehneen urakoitsijan mukaan. Tällöin voitiin vertailla urakoitsijoita helpommin keskenään.

Työn tulokset osoittavat, että maanmuokkauksen laatu Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen alueella voidaan pitää vähintäänkin tyydyttävänä. Viljelypisteiden määrä hehtaaria kohti oli yhtä kohdetta lukuun ottamatta tavoitteiden mukainen. Yleisimmät ongelmat kohteilla olivat laikkujen ja mättäiden koossa. Urakoitsijoiden välille ei syntynyt suuria eroja muuten kuin tyäjäljen tasaisuudessa. Tyäjäljen tasaisuudessa oli parannettavaa lähes kaikilla urakoitsijoilla. Tätä varten työn yhteydessä tehtiin maanmuokkausta suorittaville työntekijöille omavalvontalomake.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Forestry

PUSILA, JEPPE

Quality Control of Forest Soil Preparation and Improvement of Quality

Bachelor's Thesis

43 pages + 1 appendix

Supervisor

Pekka Kuitunen, M. Sc. (For.)

Commissioned by

Forestry Society of Päijät-Häme, Antero Lehti

March 2011

Keywords

soil preparation, cultivation, contractor, ditching, forest regeneration, quality control, specification

Soil preparation has a strong effect on the results of forest regeneration. The right selections have wide-ranging consequences and significant economical effect on the returns of a new forest stand. At its best correctly done soil preparation can lower the costs of seedling treatment and can substantially shorten forest rotation. In this thesis the quality of soil preparation work was investigated and compared to the quality of work between contractors.

14 soil preparation targets were taken in this thesis and those all were handled by a digger. Total area of these targets was 35.3 hectares. This is not a large area, but is enough to get strict enough results. All the targets were handled in 2009 and 2010. The investigations have been done in 2010.

Every target was measured at least with 8 circle sample areas which were located as extensively as possible. The radius of one circle was 3.99 meters and the size of one area was 50 m<sup>2</sup>. The factor for one hectare was 200. The summary of sample areas was 117 and the total size of them was 0.585 hectare. There were 4 contractors for soil preparation work and in this thesis differences were found between them by dividing targets for workers. This made it possible to compare each contractor with others.

The results of this thesis prove that the quality of soil preparation in the operating areas of Päijät-Häme forest society was gratifying. The number of seedling points per one hectare was nearly the same as the objective. Most problems in targets were the sizes of seedling points. The biggest differences between contractors were seen in the uniformity of the soil preparation area. All contractors should take notice for uniformity. A form for soil preparation contractors to control their quality of work was made to facilitate this.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
1.1	Yleistä	6
1.2	Työn tavoitteet	7
2	TYÖN VIIITEKEHYS	8
2.1	Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme	8
2.2	Maanmuokkaus	9
2.2.1	Laikutus	9
2.2.2	Kääntömätästys	10
2.2.3	Laikkumätästys	11
2.2.4	Naveromätästys	12
2.2.5	Ojitus ja ojitusmätästys	14
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	14
3.1	Työn aineisto	14
3.2	Menetelmäkuvaus	15
4	TULOKSET	17
4.1	Muokkausjälki kuvioilla	17
4.1.1	Kuvio 1	18
4.1.2	Kuvio 2	18
4.1.3	Kuvio 3	19
4.1.4	Kuvio 4	19
4.1.5	Kuvio 5	20
4.1.6	Kuvio 6	20
4.1.7	Kuvio 7	21
4.1.8	Kuvio 8	22
4.1.9	Kuvio 9	22
4.1.10	Kuvio 10	23

4.1.11 Kuvio 11	23
4.1.12 Kuvio 12	24
4.1.13 Kuvio 13	24
4.1.14 Kuvio 14	25
4.1.15 Yhteenveto muokkaustyömaista	25
4.2 Yrittäjien välinen vertailu	26
4.2.1 Urakoitsija A	27
4.2.2 Urakoitsija B	28
4.2.3 Urakoitsija C	30
4.2.4 Urakoitsija D	32
4.2.5 Yhteenveto	33
5 TULOSTEN TARKASTELU	35
5.1 Viljelypisteiden lukumäärä kuvioittain	36
5.2 Laikkujen ja mättäiden ominaisuudet	37
5.3 Urakoitsijoiden erot	37
5.4 Muut huomiot	38
5.5 Tulosten luotettavuus	38
5.6 Jatkotutkimustarpeet	39
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	39
LÄHTEET	42
LIITTEET	
Liite 1. Urakoitsijan omavalvontalomake	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Yleistä

Metsien uudistamisessa maanmuokkauksella on merkittävä vaikutus uudistamistulokseen. Maanmuokkaus parantaa taimikon alkukehitystä sekä vähentää pintakasvillisuuden kilpailua. Sen edellytyksenä on oikea muokkaustavan valinta uudistuskohteelle. Oikeilla valinnoilla on kauaskantoiset seuraukset sekä merkittävä taloudellinen vaikutus uuden metsikön tuottoon. Parhaassa tapauksessa oikein tehty maanmuokkaus lyhentää metsän kiertoaikaa merkittävästi. (1:7.)

Runsassateisina kesinä puiden sirkkataimia syntyy lähes kaikille pinnoille, kun kuivina kesinä taimia syntyy vain keskimääräistä kosteammissa paikoissa. Maanmuokkauksella pyritäänkin saamaan uudistusosalalle suotuisia taimettumiskohtia paljastamalla kivennäismaan tai turvemaan pintaa. Tällöin siemenet ja taimet pääsevä helpommin käsiksi maaveteen ja itäminen ja taimien juurtuminen helpottuu ja nopeutuu. Maanmuokkaus ehkäisee myös taimikon tuhoja. Se parantaa esimerkiksi maan lämpöoloja ja vedenläpäisykykyä muokkaukskohdissa kuohkeuttamalla maata. Tämä vähentää esimerkiksi rousteen muodostumista, kun veden kapillaari-ilmiö pienenee. Myös tukkimiehentäin aiheuttamat tuhot pienenevät, koska hyönteinen ei liiku mielellään paljaan kivennäismaan pinnalla. (2:89–90, 101–102.)

Maanmuokkauksen onnistuminen vaikuttaa suoraan metsänuudistamisen onnistumiseen. Hyvin muokattu alue nopeuttaa ja helpottaa viljelytyötä sekä antaa taimikon kehittämiselle hyvät edellytykset. Hyvä muokkausjälki takaa riittävän viljelytiheyden uudistusosalalla, koska viljelypisteiden lukumäärä määräytyy suoraan kaivinkonemuokkauksen yhteydessä tehdyistä istutuskohdista. (1:7.)

Työ sai alkunsa loppukeväästä 2010, kun otin yhteyttä metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen toiminnanjohtaja Jari Yli-Taloseen ja tiedustelin mahdollista opinnäytetyötä. Hän ehdotti työn aiheeksi maanmuokkauksen laadun seuranta, lisäsimme siihen työn laadun parantamisen. Lisäksi tavoitteena on tehdä yhteenveto yrittäjistä, jotka kykenisivät tekemään maanmuokkausta lähes koko vuoden. Työssä vertaillaan eri yrittäjien työjälkeä ja kehittämään yhtenäinen ohjeistus koko metsänhoitoyhdistyksen alueella. Yli-Talonen ehdotti myös yrittäjien omavalvonnan kehittämistä.

Yrittäjien omavalvonnalla on suuri merkitys maanmuokkauksen onnistumiseen. Sitä korostetaan koko ajan enemmän ja enemmän. Omavalvonnalla yrittäjät pystyvät seuraamaan omaa työjälkeään ja kehittämään työjälkensä laatua. Se on tärkeä osa maanmuokkauksen onnistumista ja varsinkin uusien työntekijöiden aloittaessa muokkaustyön. Omavalvonnalla muokkaustyöntekijällä ja urakoitsijalla on mahdollisuus seurata itse viljelypisteiden lukumäärää ja työjäljen tasaisuutta.

Metsänomistajien kannalta maanmuokkauksen laatu on hyvin merkittävä. Jotta työjälki tyydyttäisi metsänomistajia jatkossakin, työn laatua tulee kehittää jatkuvasti. Sillä on suuri merkitys metsänuudistamisen onnistumiseksi. Tässä työssä on mietitty keinoja työn laadun parantamiseksi maastomittausten yhteydessä.

Maanmuokkauksen laatuun vaikuttaa työn suorittajan lisäksi suunnittelijan ehdotukset. Myös opastuksella on vaikutusta työn laatuun. Onnistunut suunnittelu ja maanomistajien sekä työn suorittajien opastaminen parantaa osaltaan laatua ja työn onnistumista. Erityisesti urakoitsijoiden kouluttaminen ja työjäljen jatkuva aktiivinen seuranta on merkittävässä asemassa työn laadun parantamisessa.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli tutkia maanmuokkaustyön laatu metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen alueella ja vertailla eri urakoitsijoiden työjälkeä. Tarkastettavia kohteita ei valittu otantamenetelmällä, koska sopivia työmaita löytyi ainoastaan 14 kappaletta. Tästä syystä kaikki kohteet otettiin tarkastettavaksi, jotta saataisiin riittävän kattava aineisto vertailtavaksi. Näillä 14 kohteella oli yhteensä neljä eri muokkausta suorittavaa urakoitsijaa, joiden osalta tehtiin vertailu työjäljen perusteella. Kuviot olivat hyvin vaihtelevia kuivista rinnemaista alaviin turvemaihin. Kohteiden mitattiin kesän 2010 aikana.

Työjäljen lisäksi selvitettiin keinoja maanmuokkauksen laadun parantamiseksi ja urakoitsijoiden omavalvonnan kehittämiseksi. Tämä toteutettiin koostamalla kohteiden mittaustuloksista yhteenveto ja tarkastelemalla jokaista urakoitsijaa erikseen sekä vertailemalla heidän työjälkeään keskenään. Tuloksista koostettiin graafiset taulukot, joiden avulla vertaileminen oli selkeämpää ja helpompaa.

## 2 TYÖN VIIITEKEHYS

### 2.1 Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme

Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme on syntynyt vuonna 2009, kun metsänhoitoyhdistys Itä-Häme ja metsänhoitoyhdistys Salpausselkä yhdistyivät. Yhdistyksen toiminta-alueena on Asikkala, Hartola, Heinola, Hollola, Hämeenkoski, Kärkölä, Lahti, Nastola, Padasjoki ja Sysmä. Yhdistyksellä on 43 toimihenkilöä. Yksityismetsien jäsenten pinta-ala on 244 966 hehtaaria. Metsänomistajia alueella on 6 988 kappaletta. Alueen kantorahatulot ja yrittäjäpalkat ovatkin 120 – 180 miljoonaa euroa vuodessa ja hakkuusuunnite on 1,55 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Metsänhoitoyhdistyksen liikevaihto oli 9,6 miljoonaa euroa vuonna 2010 ja yhdistys on yksi Suomen suurimmista metsänhoitoyhdistyksistä. Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen toiminta-alueen ja aluetoimistot näkee kuvasta 1. Kuvassa olevat pisteet ovat yhdistyksen aluetoimistoja ja päätoimisto sijaitsee Sysmässä. (3.)



Kuva 1. Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen toiminta-alue ja aluetoimistot



## 2.2 Maanmuokkaus

Metsää uudistettaessa maa yleensä muokataan ennen istutusta. Sillä pyritään turvaamaan uudistamisen onnistuminen, turvaamaan pitkäaikaisesti taimien kehittyminen ja parantamaan siemenien itäminen. Maanmuokkauksella parannetaan maan taimettumista ja taimien kasvuolosuhteita, koska se lisää maan ilmavuutta ja vedenläpäisykykyä. Se parantaa veden liikkuvuutta maaperässä ja maan kaasujen vaihtoa. Metsämaan muokkauksesta on saatu jo pitkältä ajalta myönteisiä kokemuksia. Muokatussa maassa taimia on viiden vuoden kuluttua hengissä noin 80 prosenttia, kun muokkaamattomassa maassa niitä on vain noin puolet. Nykyään yli 70 prosenttia kaikista uudistusaloista onkin muokattu ja istutusmateriaalina käytetään pääasiassa paakkutaimia. (1:7; 4:179–180.)

Maanmuokkauksen laadun merkitys on viime vuosina korostunut, kun on siirrytty äestyksestä kaivinkonepohjaisiin muokkausmenetelmiin. Kaivinkoneella tehdyssä muokkauksessa istutuspaikkojen tiheys määrää viljelytiheyden ylärajan, siksi muokkauksen onnistumisella on ratkaiseva merkitys koko viljelyketjun onnistumiseen. Muokkauksessa paljastuva kivennäismaan pinta-ala vaikuttaa uudistusalalle syntyvään kilpailevan puuston määrään sekä taimien luontaiseen täydennykseen ja sitä kautta myös taimikonhoidon ajankohtaan ja voimakkuuteen. Muokkausmenetelmä valitaankin maalaajin, uudistusmenetelmän, alueen viljavuuden ja maasto-olojen mukaan. Muokkausmenetelmään vaikuttaa myös mahdollinen tarve korjata maaperän vesitaloutta. (5:37; 6:7–8.)

### 2.2.1 Laikutus

Laikutus soveltuu männyn uudistusaloille karkeilla ja kivisillä mailla sekä kivisille tuoreenkankaan kuusen uudistusaloille. Se sopii sekä luontaiseen uudistamiseen että viljelyyn. Laikutus soveltuu maisemallisesti aroille kohteille ja rinnemaille. Se ei sovellu veden vaivaamille maille eikä turvemaille. Laikutus on kaivinkoneella tehtävistä maanmuokkausmenetelmistä kevein. Sen tuottavuus on noin 0,2 hehtaaria tunnissa. (7:203.)

Laikutuksessa poistetaan humusta laikuittain kivennäismaan pinnan mukaisesti. Taivite koko yhden taimen laikulle on 80 cm x 120 cm. Kivennäismaata paljastetaan 20 - 25 % koko uudistusalan pinta-alasta. Työvälineenä käytetään kaivinkonetta ja laiku-

tukseen soveltuvaa tasapäistä kauhaa tai muokkauslevyä. Kauhan leveyden tulisi olla vähintään 50 cm. Istutuskohdeilla laikkujen tavoitemäärä puulajin ja mukaan on 1 600 – 2 200 kpl/ha ja luontaisen uudistamisen sekä kylvökohteilla 3 000 – 4 000 laikkua hehtaarille. Laikutus suoritetaan viljelyvuonna, mutta se voidaan tehdä myös edeltävänä syksynä. Kuvasta 2 näkee mallia laikuttamalla muokatusta uudistusalaista. (1:44–46; 7:203.)



Kuva 2. Uudistamisalan muokkausmenetelmänä on käytetty laikutusta.

### 2.2.2 Kääntömätästys

Kääntömätästyksessä maa käännetään samaan kuoppaan, josta se on otettu. Humus jää kuopan pohjalle ja varsinainen mätäs muodostuu kivennäismaasta. Mättään tavoiteko-ko on 70 x 70 senttimetriä ja tavoitekorkeus 20 senttimetriä. Mättäitä tehdään istutet-tavan puulajin mukaan 1 600 – 2 200 mätästä hehtaarille. Kääntömättäät tehdään kai-vinkoneella yleensä tarkoitusta varten tehdyllä kauhalla tai tavallisella tasakärkisellä kauhalla, mutta jotkut käyttävät myös ojakauhaa. Mätästyslevy ei sovellu parhaalla mahdollisella tavalla kääntömätästykseen, vaan se toimii paremmin laikkumätästyksessä. Kääntömätästyksen tuottavuus on yleisesti 0,1 – 0,2 hehtaaria tunnissa. (8:9; 7:204–205.)

Kääntömätästys soveltuu hyvin reheville kohteille, jotka eivät ole veden vaivaamia alueita. Yleisimmin sitä käytetään kuusen ja koivun istutusaloilla. Kääntömätästystä käytetään myös maisemallisesti aroilla paikoilla sekä rinnemailla. Kääntömätästystä voidaan käyttää myös männyn viljelyalueilla turvemaalla, jos turvemaan muut ominaisuudet mahdollistavat sen käyttämisen maanmuokkausmenetelmänä. Kuivatusta vaativille uudistusaloille se ei sen sijaan sovellu. Paras kääntömätästysajankohta on viljelyvuonna tai edeltävänä syksynä. Kuvasta 3 näkee hyvin onnistuneen kääntömätään. (5:37.)



Kuva 3. Onnistunut kääntömätäs

### 2.2.3 Laikkumätästys

Laikkumätästyksessä mätäs tehdään vetämällä maata ja kääntämällä se muokkaamattomalle pinnalle. Tällöin humuskerrokset jäävät vastakkain ja mättään pinta muodostuu kivennäismaasta. Hyvä mätäs on muodoltaan laakea ja sen koon tulee olla noin 50 x 70 senttimetriä. Mättään korkeuden tulisi olla tiivistettynä 15 - 20 senttimetriä keskikarkeilla mailla ja 5 – 10 senttimetriä hienojakoisilla kivennäismailla. Laikkumättäitä tehdään istutusalueille puulajeittain ja organisaatioittain 1 600 – 2 200 kappaletta hehtaaria kohti. Mätästys tehdään normaalisti kaivinkoneella, jossa käytetään joko tasa-



kärkistä kauhaa tai muokkauslevyä. Työn tuottavuus on samaa luokkaa kuin kääntömätästyksessä eli 0,1 – 0,2 hehtaaria tunnissa. (1:46–47; 7:204–205.)

Laikkumätätys soveltuu keskikarkeille ja hienoille kivennäismailla. Turvemaille se ei ole hyvä maanmuokkausmenetelmä, eikä se sovellu erittäin kivisille uudistusaloille. Uudistusalalla ei saa olla tarvetta vesitalouden järjestelyyn. Laikkumätätys soveltuu hyvin eroosioherkille alueille ja maisemallisesti herkille kohteille. Se soveltuu myös alavammille maille toisin kuin laikutus. Paras muokkausajankohta on viljelyvuonna tai edeltävänä syksynä. (1:46–47.)



Kuva 4. Laikkumätäs kivennäismaalla

#### 2.2.4 Naveromätätys

Naveromätätystä käytetään hienojakoisilla kivennäismailla ja ohutturpeisilla mailla, joilla tarvitaan lievempiä vesitalouden järjestelyitä. Se on hyvä maanmuokauskeino, jos uudistusala on alavalla paikalla tai se on soistuvaa aluetta. Naveromätätys on hieman kevyempi muokkausmuoto kuin ojitusmätätys. Siinä kaivetaan kivennäismailla 20 – 30 senttimetriä syvää ojaa muistuttava uraa eli naveroa ja mättäät tehdään naverosta nostetusta maa-aineksesta. Istutuskelpoisia mättäitä tehdään istutettavan puulajin mukaan 1 600 – 2 200 kappaletta hehtaarille. Turvemaille ja soistuneilla mailla naverot kaivetaan 30 – 50 senttimetrin syvyisiksi. Naveromätätys ei sovellu yleismenetelmäksi kivennäismailla, kivisille maille eikä rinnemaille. (5:37.)

Naveromätätys tehdään kaivinkoneella ja ojakauhalla tai mätätyskauhalla. Kivennäismaalla mättäät tehdään halkaisijaltaan 60 – 80 senttimetrin kokoisiksi ja keskim-

taksi saadaan tällöin 70 x 70 senttimetriä. Mättään korkeuden tulisi olla 20 – 30 senttimetriä. Rehevillä OMT- ja korpimailla korkeutta voi olla hieman enemmän ja mättäät voivat olla hieman laajempia. Hienojakoisilla mailla istutettavan taimen juuripääkun tulisi yltää mättään alla olevaan humuskerrokseen asti. Mättäitä ei tarvitse tiivistää. Savimailla tehdään matalia mättäitä tai viljelylaikkuja. Naveron reunassa mättäät voidaan korvata naveron reunaan tehtävällä viljelytaskulla. Naverot tulee kaivaa siten, että niillä on paikallista kuivatusvaikutusta. Naveroilla ei johdeta vettä pois uudistusalueelta. (8:11.)

Ohutturpeisilla kohteilla pyritään saamaan mättään pinnalle kivennäismaata tai turpeen ja kivennäismaan sekoitusta. Turvemaata luokitellaan ohutturpeiseksi, jos turvekerroksen paksuus on alle 30 senttimetriä. Paksutturpeisilla kohteilla mättäät tehdään pintamaasta, joka sisältää puuainesta. Turpeen rakenteen tulee olla multamaisen muista. Paksutturpeisilla mailla voidaan harkita laikkumätästystä ja erillistä kuivatusojien kunnostusta, mikäli uudistamisen kannalta hyvä pintaturvekerros on ohut. Mättään koko turvemailla sama kuin kivennäismailla, mutta korkeudeksi riittää 5 – 15 senttimetriä. Kuvassa 5 on esimerkki naveromätästetystä alueesta. Maaperä näyttää kuvassa karkealta, mutta se on todellisuudessa hienojakoista sekä kohtalaisesti vettä läpäisevää. Keväällä sulamisvedet vaarantavat taimien kehittymisen, koska uudistusala on alavassa paikassa. Siksi alueella on turvauduttu naveromätästykseen. (1:49–52.)



Kuva 5. Naveromätästetty alue kivennäismaalla

### 2.2.5 Ojitus ja ojitusmätästys

Ojitusmätästystä käytetään turvemailla ja soistuvilla kankailla, joilla tarvitaan rajumpia vesitalouden järjestelytoimia. Se ei kuitenkaan sovellu kivisille maille ja savikoille. Ojitusmätästys eroaa naveromätästyksestä siinä, että ojituksella tavoitellaan suurempaa kuivatustehoa ja vesi johdetaan kokonaan pois uudistusalueelta. Ojitusmätästyksessä tarvitaan aina turvautua vesiensuojelutoimiin, mikä naveromätästyksessä ei aina ole tarpeen. Vesiensuojelumenetelminä käytetään vastaavia kuin kunnostusojituksessakin. (2:92,126.)

Ojitusmätästys tehdään tavallisesti kaivinkoneella ja ojakauhalla. Mättäät tehdään ojista nostetusta maa-aineksesta tasaisesti ojalinjan molemmin puolin, kuten naveromätästyksessäkin. Ojitusmätästyksessä kaivettavat ojat ovat syvempiä kuin naveromätästyksessä, ja varsinkin turvemailla ojat voivat olla yli metrin syvyisiä. Ojien syvyys riippuu tarvittavasta kuivatustehosta, maalajista, turvekerroksen paksuudesta ja maan kaltevuudesta. (5:37.)

## 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 3.1 Työn aineisto

Maastomittaukset ajoittuivat kesälle ja alkusyksyyn 2010. Aikaväli oli suhteellisen pitkä, koska työkohteiden karttojen saaminen oli hieman hankalaa ja hidasta. Syitä siihen olivat metsänhoitoyhdistyksen toimihenkilöiden kesälomat sekä kohteiden sijainti usean toimihenkilön vastuualueella. Alussa mittaukset oli kohtuullisen helppo suorittaa, mutta myöhemmin kesällä ja alkusyksystä pintakasvillisuus häiritsi koealojen ottamista ja istutuspisteiden löytämistä. Muokkausyrittäjiä oli yhteensä viisi, joista neljä oli kaivinkoneyrittäjiä ja yksi oli muokannut alueen laikkurilla. Näistä koostui riittävä aineisto työn tekemiseksi, jotta tuloksia voidaan pitää luotettavina.

Muokkaustyömaita oli yhteensä 15 kappaletta, joista yksi oli muokattu laikkurilla ja loput 14 kaivinkoneella. Niistä muodostui yhteensä noin 80 hehtaarin kokoinen pinta-ala, josta kaivinkoneella muokatun alueen osuus oli yhteensä 35,3 hehtaaria. Tarkastukseen otettiin kaikki kaivinkoneella muokatut työmaat, joista saatiin kartat metsänhoitoyhdistyksen toimihenkilöiltä. Kohteet sijaitsivat eri puolilla yhdistyksen toimi-

aluetta. Kauimmainen työmaa oli Padasjoen alueella, johon tuli matkaa noin 50 kilometriä metsänhoitoyhdistyksen Hollolan aluetoimistolta.

Kahdelle yrittäjälle sattui vain kaksi työmaata, yhdelle kolme ja yksi urakoitsija oli muokannut seitsemän kohdetta. Yrittäjät, joille oli osunut vain kaksi työmaata, tulokset ovat vain suuntaa antavia eikä niistä voida tehdä tarkkoja johtopäätöksiä. Laikkurilla muokattu työmaa otettiin mukaan ainoastaan mielenkiinnon vuoksi eikä, sitä vertailla kaivinkoneella muokattujen alueiden kanssa.

### 3.2 Menetelmäkuvaus

Tässä työssä keskitytään pelkästään kaivinkoneella tehtyyn maanmuokkaukseen. Vertailukohteena oli lisäksi yksi kohde, jossa muokkaukseen oli käytetty laikkuria. Se on metsätraktorin perään asennettava lisävaruste, joka toimii hieman samalla periaatteella kuin metsä-äes, mutta pyörii pystysuunnassa. Laikkuri on hyvin harvinainen kone ainakin Etelä-Suomessa, ja lähes kaikki laikutus-, mätästys- ja ojitusalueet käsitellään kaivinkoneella. Suositeltavinta on käyttää kaivinkoneessa mätästykseen ja laikutukseen tarkoitettua muokkauspäätä, jolla saadaan aikaiseksi paras työjälki. Ojituskohteilla joudutaan käyttämään ojakauhaa tai tavallista tasakärkistä kauhaa, mikäli koneessa on kauhan kallistusmahdollisuus.

Muokkausjäljen laatua seurattiin koealojen avulla jokaiselta kohteelta. Koealat otettiin ympyräkoealoina 3,99 metrin koealakepin avulla. Kuviolle tehtiin koealalinjat ja linjojen ja koealojen väli mitattiin askelmitalla. Koealalinjat määritettiin ennen mittauksia kuviokartalle. Tulokset kirjattiin jokaiselta koealalta erikseen ja niistä laskettiin työmaakohtainen keskiarvo. Tulosten kirjaamiseen käytettiin lomaketta, joka on Metsämaan muokkausopas -kirjassa (kuva 6). Laskenta suoritettiin Microsoft Excel 2003 -taulukkolaskentaohjelmalla. Tuloksista muodostettiin graafinen taulukko, josta on helppo vertailla yrittäjien työjälkeä ja työn laatua.

## MÄTÄSTYKSEN JA LAIKUTUKSEN LAADUNVARMISTUS

<b>Työmaa</b>	
<b>Hankenumero</b>	
<b>Urakoitsija</b>	
<b>Pinta-ala</b>	
<b>Koealan säde</b>	3,99 m    5,64 m    tai puomin ulottuvuus, mitat ks. taulukko
<b>Koeala</b>	50 m <sup>2</sup> 100 m <sup>2</sup> Esim. kun 3,99 m säteisen ympyrän sisään jää
<b>Hehtaarikerroin</b>	<b>200</b> <b>100</b> 11 tainta, niin hehtaarilla on 200 x 11 = 2200

	Mättäitä		Laikkuja			Huomioita
Koeala	Hyviä	Tyydyttäviä	Hyviä	Tyydyttäviä	Yhteensä	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
<b>Yhteensä</b>						
<b>Koealoja</b>						
<b>Muokkausjälkiä/koeala</b>						
<b>Muokkausjälkiä keskimäärin kpl/ha</b>						

**Päiväys ja mittajaan allekirjoitus** \_\_\_\_\_

**Nimen selvennys** \_\_\_\_\_

Mukaan laskettavan muokkausjäljen on oltava viljelykelpoinen.  
Niiden laatu arvioidaan hyväksi tai tyydyttäväksi.

Muokkausjälki on

- *hyvä*, kun mättään korkeus tai laikun syvyys, niiden leveys tai pituus poikkeavat alle 20 % tavoitteesta.

- *tyydyttävä*, kun mättään korkeus tai laikun syvyys, niiden leveys tai pituus poikkeavat yli 20 %, mutta vähemmän kuin 40 % tavoitteesta

Kuva 6. Mallilomake maanmuokkauksen laadunvarmistuksen koealatietojen kirjaimista varten

Jokaiselta työmaalta mitattiin vähintään kahdeksan ympyräkoetalaa. Yhteensä koealoja mitattiin 117 kappaletta, joiden yhteispinta-alaksi muodostui 5 850 neliömetriä eli 0,585 hehtaaria. Koealat määritettiin ennen mittauksia kartalle systemaattisesti kuvion pisimmän sivun mukaisesti. Jos kuvio muodostui useammasta osakuvioista, koealat sijoitettiin useammalle osakuvion halkaisijalle. Koealaväli ja linjaväli määritettiin Metsämaan muokkausoppaan mukaisesti erikokoisille alueille siten, että alle hehtaarin kuvioilla koeala- ja linjaväli oli 15 metriä, yli hehtaarin mutta alle kolmen hehtaarin kuvioilla se oli 30 metriä ja yli kolmen hehtaarin kuvioilla 50 metriä. koeala- ja linjaväli mitattiin askelmitalla. Ensimmäinen koeala sijoitettiin koealavälin puolikkaan päähän muokkausalan reunasta.



Jokaiselta koealalta laskettiin kaikki ne mättäät ja laikut, joista yli puolet oli koealalla. Lisäksi ne eroteltiin hyviin ja tyydyttäviin mättäisiin ja laikkuihin. Mätäs tai laikku on hyvä, jos mättään korkeus tai laikun syvyys sekä pituus ja leveys poikkeavat alle 20 prosenttia tavoitteesta. Mättäät ja laikut luettiin tyydyttäväiksi, jos niiden arvot poikkeavat yli 20 prosenttia, mutta korkeintaan 40 prosenttia tavoitearvoista.

Jokaiselta koealalta mitattiin mättäiden ja laikkujen lukumäärän lisäksi kaikkien mättäiden tai laikkujen koko. Laikuista mitattiin laikun syvyys, leveys ja pituus. Mättäistä mitattiin leveyden ja pituuden lisäksi korkeus. Ojitusalueilta mitattiin myös ojien syvyys. Muokkausjäljen tasaisuutta tarkasteltiin koealojen lisäksi silmämääräisesti. Kuvioilta arvioitiin myös muokkausmenetelmän oikeellisuus tarkastelemalla maaperän rakennetta muokkausjäljistä sekä ympäröivän alueen pintakasvillisuuden perusteella. Kuvioilta kirjattiin myös silmämääräinen arviointi kokonaisuudesta ja yleisilmeestä.

## 4 TULOKSET

Tuloksissa esitellään sekä työmaakohtaiset että urakoitsijakohtaiset tulokset. Tulkintojen selkeyttämiseksi ne eriteltiin toisistaan ja käsiteltiin eri kokonaisuuksina. Tulossosiosta on jätetty pois laikkurilla muokattu kohde, koska sitä ei voi rinnastaa kairavinkoneeseen. Laikkurin muokkaamalla työmaalla istutuspisteiden etäisyys toisistaan pysyy aina vakiona ja viljelypisteiden tiheys riippuu ainoastaan käytetystä ajouravälisestä ja laikkurin pyörimisnopeudesta. Yhden kuvion keskimääräinen pinta-ala oli noin 2,5 hehtaaria, ja tuloksissa viljelypisteiden tiheydet on ilmoitettu hehtaaria kohti.

### 4.1 Muokkausjälki kuvioilla

Kokonaisuudessaan maanmuokkauksen laatu muokkauskohteilla oli hyvää. Suurimpia puutteita oli mättäiden ja laikkujen pituuksissa. Ojitus työmailla oli varsin reilut ojasyvyyydet. Kahdella muokkaustyömaalla oli mättäitä tehty paikoittain liikaa, mutta näilläkin työmailla keskiarvo oli kuitenkin hyvä. Joillakin kuvioilla oli käytetty kahta eri muokkausmenetelmää eli osa alueesta oli mätästetty ja osa laikutettu. Tällöin kohde jouduttiin käsittelemään kaksiosaisena, koska mätästys- ja laikutuskriteerit eroavat hieman toisistaan.

Laikutettuja muokkaustyömaita oli yhteensä kolme kappaletta, ja yhdellä kohteella osa pinta-alasta oli laikutettu ja osa laikkumätästetty. Laikkumätästettyjä työmaita oli

viisi kappaletta, ja yhdellä osa kohteesta oli laikutettu. Yhtään kääntömätästyskohdetta ei osunut kohteille. Ojitusmätästyksellä muokattuja kohteita oli kaiken kaikkiaan neljä kappaletta. Muokkaustyömailla työjälki arvosteltiin kohteittain ja arvosteluasteikkona käytettiin hyvää, tyydyttävää ja heikkoa. Työjälki on hyvä, jos muokkausjälki poikkeaa kuviolla suurimmalta osalta tavoitearvoista korkeintaan 20 %. Tyydyttävä työjälki saa poiketa yli 20 % mutta korkeintaan 40 %. Jos työjälki poikkeaa yli 40 %, se saa arvossanaksi heikon.

#### 4.1.1 Kuvio 1

Kuvio 1 oli osittain kuivahkoa kangasta ja osittain tuoretta kangasta. Maalaji oli karkeahko ja maa oli muokattu laikuttamalla. Osa alueesta oli erittäin kivistä, ja se vaikutti laikkujen pituuteen. Maastonmuodoltaan kohde oli osittain jyrkähköä rinnettä ja osittain tasaista. Metsäteho Oy:n julkaiseman Maanmuokkauksen koulutusaineistovihkon mukaan laikun tavoitekoko on yhden taimen laikulle pituudeltaan 120 cm ja leveydeltään 80 cm.

Työmaan laikut olivat hieman liian kapeita, mutta pituudeltaan laikut olivat hyvin lähellä tavoitepituutta. Laikkujen koko oli keskimäärin 114 cm pituudeltaan ja 48 cm leveydeltään. Syvyys oli juuri tavoitteiden mukainen. Laikkujen määrä hehtaaria kohti oli keskimäärin tavoitteiden mukainen, vaikka koealoilla oli vaihtelua 1 600 – 2 200 laikun hehtaarikohtaisen määrän välillä. Keskiarvoksi muodostui 1 800 laikua hehtaarille, ja kokonaisarvosanaksi voi antaa hyvän. Alue oli käsitelty mätästyskauhalla.

#### 4.1.2 Kuvio 2

Kuvio 2 oli tyypiltään mustikkaturvekangas II ja maalajiltaan hienojakoinen. Muokausala oli käsitelty ojitusmätästämällä. Kuvio oli pinta-alaltaan kaksi hehtaaria ja se rajoittui ulkoilureittiin. Se luo omat haasteet alueen uudistamiseen, koska kohteella on suora maisemallinen yhteys. Ojitusmättään tavoitekoko on pituudeltaan ja leveydeltään noin 70 cm. Ojat tulisi kaivaa 30 cm – 50 cm:n syvyisiksi, ja mättäät tehdään 20 cm – 30 cm:n korkuisiksi tiivistämättömänä. Rehevillä OMT- ja korpimailla mätäs voi olla hieman korkeampikin.

Työjäljen arvossanaksi tuli kuviolla hyvä. Mättäiden pituus ja leveys olivat aavistuksen alhaisia, mutta mahtuivat 40 %: toleranssiin tavoitekoosta. Leveydeltään ne täyttivät

jopa hyvän kriteerit eli mahtuivat kooltaan 20 %:n toleranssiin. Mättäät olivat sekä pituudeltaan että leveydeltään keskimäärin 48 cm x 38 cm, ja pituudet vaihtelivat 30 cm:n ja 60 cm:n välillä. Korkeudeltaan mättäät vaihtelivat 5 cm:n ja 30 cm:n välillä. Tältä osin hajonta oli suurta, mutta keskiarvoksi jäi 18 cm, eli mättäiden korkeus oli tavoitteiden mukainen. Ojien syvyys vaihteli 35 cm:n ja 50 cm:n välillä, ja keskisyvyudeksi tuli 44 cm, joka on tavoitteiden mukainen. Mättäiden tiheys oli kuviolla keskimäärin 1 800 mätästä hehtaarilla. Tiheys vaihteli 1 400 kappaleen ja 2 200 kappaleen välillä, mutta osalla koelaloista oja alensi tiheyttä. Työmaa oli käsitelty mätästyskauhalla.

#### 4.1.3 Kuvio 3

Kuvio 3 oli uudistettu jo ennen uudistuskypsyyttä. Alue oli korjuujäljen perusteella vajaatuottoinen nuori kasvatusmetsä. Kasvupaikka oli kuivahko kangas, mutta maalaji oli suhteellisen hienojakoista. Alue oli käsitelty laikkumätästyksellä. Kuvio muodostui neljästä osakuvioista, jotka kaikki oli käsitelty samalla tavalla. Alueella oli käytetty mätästyskauhaa. Hyvän laikkumättään kriteerit esitellään luvussa 2.2.3. Laikkumätästys.

Työjälki oli kohteella korkeintaan tyydyttävä. Mättäiden leveys oli täysin tavoitteiden mukainen. Keskimääräiseksi leveydeksi mitattiin 50 cm, mutta pituutta niillä oli kuitenkin alle tavoitteen. Mättäiden pituus oli keskimäärin 44 cm. Korkeutta mättäillä oli keskimäärin 26 cm, joka on tyydyttävää luokkaa. Kohteella oli osa laikuista tehty hakkuutähteiden päälle ja kantojen viereen. Mättäitä oli alueella keskimäärin 1800 kappaletta hehtaarilla.

#### 4.1.4 Kuvio 4

Muokkauskohde 4 koostui kahdesta eri kuvioista, jotka oli käsitelty samalla kertaa. Molemmat kuviot oli muokattu laikkumätästyksellä. Työmaa oli kivinen tuoreenkaan metsikkö. Paikoittain alue oli jopa erittäin kivinen. Osa kohteesta oli jyrkähköä rinnettä, jolle olisi sopinut paremmin laikutus, ja yhdessä kulmassa kuviota oli kallio. Kallioala oli jätetty käsittelyn ulkopuolelle, joka oli järkevä ratkaisu. Rinteen alla tasisella alueella oli selviä soistumisen merkkejä, joten sen olisi voinut käsitellä naveromätästyksellä.

Mättäät olivat samanlaisia kuin kuviolla 3, mutta hieman matalampia. Pituutta mättäillä oli keskimäärin 46 cm ja leveyttä 50 cm. Mättäiden keskimääräinen korkeus oli 21 cm, joka oli tavoitteiden mukainen. Istutuspaikat olivat kuviolla liian harvassa. Keskimääräiseksi istutuspaikkojen tiheydeksi muodostui ainoastaan 1 600 mätästä hehtaarille. Koealojen perusteella vaihtelu oli välillä 1 400 – 1 600 mätästä hehtaaria kohti. Kuviot oli käsitelty mätästyskauhalla, ja kokonaisarvosanaksi työmaalle voi antaa tyydyttävän.

#### 4.1.5 Kuvio 5

Kuvio 5 oli 1,6 hehtaarin kokoinen uudistusala turvemaan reunalla. Alueen maaperä oli hienojakoista, rehevää ja herkästi heinittyvää. Osalla kuviota oli soistumisen merkkejä, ja tämän vuoksi kuvio oli ojitusmätästetty vesitalouden parantamiseksi. Kuvio oli muodoltaan tasainen ja helppokulkuista maastoa. Työmaalta oli kerätty hakkuutähteet pois.

Mättäät olivat hieman pienehköjä tavoitteeseen verrattuna. Koon keskiarvoksi muodostui 55 cm x 50 cm. Istutuspisteitä oli keskimäärin riittävästi. Niitä löytyi kuviolta 1 800 kappaletta hehtaaria kohti. Vaihtelu oli 1 400 – 2 200 kappaletta hehtaarilla, joka oli turhan suuri hajonta. Mättäiden korkeus vaihteli 10 cm:n ja 20 cm:n välillä, joka oli hieman alakanttiin tavoitteisiin nähden. Tiivistämättömien mättäiden tulisi olla 20 – 30 cm korkeita, mutta rehevillä alueilla ne voivat olla 5 – 10 cm korkeampia. Muokkauskuvion keskimääräinen mättäiden korkeus oli 16 cm. Ojien keskisyvyys oli kuviolla 46 cm, joka on tavoitteiden mukainen. Kuvio oli muokattu mätästyskauhalla, ja kokonaisarvosanaksi muodostui hyvä.

#### 4.1.6 Kuvio 6

Kuvio 6 oli 3,4 hehtaarin kokoinen uudistusala kivennäismaalla. Osa kuviosta oli rinnettä, mutta valtaosa oli kuitenkin melko tasaista. Kuviolla oli mäen päällä kalliota pinnassa, mikä vaikutti muokkaustyöhön, ja maaperä oli osittain kivistä. Uudistusalalla oli käytetty sekä laikutusta että laikkumätästystä. Työjäljestä olisi saatu kuitenkin parempi, jos koko alue olisi laikkumätästetty, koska isossa osassa laikkuja seisoi vesi. Alue mitattiin keskikesällä 2010. Mäen päällä oli kaivettu paikoittain matalaa naveroa, mutta se ei riittänyt poistamaan kosteusongelmia.

Kuvion laikkumättäät olivat kaikki lähes tavoitteiden mukaisia. Kooltaan ne olivat 50 cm x 50 cm, ja korkeus vaihteli 5 cm:n ja 15 cm:n välillä. Muodoltaan ne olivat tasaisia, ja istutuspaikkojen tiheys vaihteli 1 800:n ja 2 000:n välillä hehtaaria kohti. Laikut olivat pituudeltaan keskimäärin yhden metrin pituisia ja leveydeltään 50 cm. Syvyyttä laikuilla oli keskimäärin 7 cm. Laikkuja oli keskimäärin 1 800 kappaletta hehtaaria kohti, ja tiheys vaihteli 1 800 ja 2 000 kappaleen välillä. Työjäljen perusteella alueella oli käytetty mätästyskauhaa. Työn laatu oli muuten erinomaista, mutta kosteusongelma mänen päällä heikentää hieman kokonaisuutta. Kahdeksasta koealasta kolme osui laikutetulle kohdalle, ja loput olivat laikkumätästyskohteita. Kokonaisarvosanaksi työmaalle muodostui hyvä.

#### 4.1.7 Kuvio 7

Kuvio 7 oli turvemaakohde, joka oli käsitelty pelkästään ojitusmätästämällä. Turvekerroksen paksuus vaihteli kohteella 10 cm:n ja 50 cm:n välillä, ollen pääasiassa vähintään 30 cm. Ojitusmätästys oli oikea valinta maanmuokkausmenetelmäksi, koska kuviolla oli selvästi uudistumista haittaava kosteusongelma. Ojissa oli reilusti vettä ja kivennäismaalaji turvekerroksen alla oli hienojakoista ja heikosti vettä läpäisevää ja pohjaveden korkeus oli suhteellisen lähellä maanpintaa. Uudistusalan ojat olivat reiluja, ja niillä haettiin selvästi kuivatuksellista tehoa. Ympäröivästä alueesta päätellen kohteella on suuri riski vesakoitua ja heinittyä. Muokkaustyömaan pinta-ala oli 3,5 hehtaaria.

Muokkauskohteella oli paljastettu liikaa kivennäismaata, ja mättäät olivat hieman liian isoja. Mättäiden pituus oli lähellä tavoitekokoa, vaikka vaihtelu oli suurta. Pituus vaihteli 50 cm:n ja yhden metrin välillä. Keskiarvoksi muodostui 84 cm. Leveyttä mättäillä oli kuitenkin liikaa. Kaikilla koealoilla mättäiden leveydeksi mitattiin yksi metri. Tämä johtuu luultavasti siitä, että alue on muokattu työjäljestä päätellen ojituskauhalla.

Mättäiden korkeus oli kuitenkin onnistuttu pitämään sopivana ja jopa hieman liian matalana. Keskimääräinen korkeus oli 17 cm, ja korkeudet vaihtelivat 10 cm:n ja 20 cm:n välillä. Mättäiden tiheydet vaihtelivat sen sijaan reilusti. Hehtaarikohtaisesti niitä oli 1 800 kappaleesta aina 2 600 kappaleeseen. Keskiarvoksi jäi 2 200 mätästä hehtaaria kohti. Ojat olivat melko reiluja kauttaaltaan niin leveydeltään kuin syvyydeltään. Ojaleveys oli kauttaaltaan yksi metri, ja syvyydet vaihtelivat 60 cm:n ja 70 cm:n välillä.

lä. Keskimääräinen ojasyvyys oli 66 cm. Arvosanaksi työmaalle muodostui tyydyttävä.

#### 4.1.8 Kuvio 8

Kuvio 8 oli työjäljeltään jokseenkin samanlainen kuin kuvio 7. Kuvio 8 oli tosin ohuturpeinen turvema-ala, jonka pinta-ala oli 2,1 hehtaaria. Kuvio oli osa suurempaa ojittettua turvemaakokonaisuutta, ja kohteella oli osittain perattu vanhat ojat. Myös uusia ojia oli kaivettu tehostamaan kuivatusvaikutusta ja osa vanhoista ojista oli jätetty perkaamatta. Kuvion oli muokannut sama urakoitsija kuin kuvion 7, ja myös tällä kuviolla oli käytetty ojakauhaa.

Työn laatu oli tällä kuviolla samanlaista kuin edelliselläkin kuviolla. Ainoastaan pieniä eroja oli mittausarvojen keskiarvoissa. Mättäiden keskimääräinen pituus oli yksi metri, eikä vaihtelua ei ollut. Leveyden keskiarvo oli 78 cm, ja vaihtelu oli välillä 50 cm – 1 m. Pituutta mättäillä oli tasaisesti yksi metri. Mättäiden korkeus vaihteli välillä 15 cm – 20 cm ja keskiarvoksi muodostui 18 cm. Mättäiden hehtaariohtainen tiheys vaihteli 1 800 – 2 200 kappaletta. Keskiarvoksi muodostui 2 000 istutus pistettä hehtaarille. Ojilla oli leveyttä sama 1 metri kuin edelliselläkin kuviolla, ja ojasyvyys vaihteli 70 cm:n ja 1 metrin välillä. Keskimääräinen ojasyvyys oli 90 cm. Työjäljen kokonaisarvosanaksi kuviolla 8 muodostui tyydyttävä.

#### 4.1.9 Kuvio 9

Muokkaustyömaa 9 oli kivennäismaalla ja koostui kahdesta osakuviosta. Työmaan pinta-ala oli kokonaisuudessaan 3,9 hehtaaria. Alue oli muodoltaan loivahkoa rinnettä ja maalaji oli keskikarkeaa kivennäismaata. Kasvupaikka oli MT. Työmaan molemmat osakuviot oli muokattu samaan aikaan, ja menetelmänä oli käytetty laikkumätästystä. Käsittelymuoto soveltui hyvin uudistuskohteelle. Kuvion maaperä hienitty herkästi.

Mättäät olivat hyvän muotoisia, mutta kooltaan hieman alle tavoitteiden. Leveyttä mättäillä oli keskimäärin 40 cm ja pituutta 46 cm. Leveydessä ei ollut hajontaa, mutta pituus vaihteli 40 cm:n ja 50 cm:n välillä. Mättäiden korkeus oli keskimäärin 13 cm ja vaihteli 10 cm:n ja 20 cm:n välillä. Mättäiden tiivistäminen oli jäänyt osittain vaillinaiseksi, mutta pääasiassa mättäät olivat hieman alhaista pituutta lukuun ottamatta

erinomaisia. Istutuspaikkojen tiheys vaihteli 1 800 mättästä 2 200 mättääseen hehtaarilla. Mättäiden tiheyden keskiarvo oli 1 800 kappaletta hehtaarilla. Työmaalla oli käytetty mätästyspäättä, ja arvosanaksi työjäljelle tuli hyvä, vaikka mättäiden pituus jäi selvästi alle tavoitteiden.

#### 4.1.10 Kuvio 10

Kuvio 10 oli hienojakoinen kivennäismaakohde, joka oli käsitelty laikkumätästyksellä. Kohde oli hieman alavalla paikalla, mutta vesitalouden ongelmia ei ollut. Uudistusala muodostui kolmesta osakuvioista, joiden yhteispinta-alaksi tuli 2,3 hehtaaria. Kuviolta oli kerätty hakkuutähteet pois, ja maasto oli erittäin helppokulkuista. Keskelmä uudistusala kulki paikallinen hiekkatie, joten työjäljellä on paikallista maisemallista arvoa.

Kuviolla oli työjäljen perusteella käytetty mätästyspäättä, ja työjälki oli kokonaisuudessaan erinomaista. Mättäiden keskimääräinen pituus oli kohteella 48 cm ja leveys 43 cm. Molemmat arvot vaihtelivat 40 cm:n ja 50 cm:n välillä. Leveydeltään mättäät täyttivät tavoitteet, mutta pituus jäi tavoitteiden alle. Mättäiden korkeus oli tasaisesti 10 cm, ja mättäiden tiivistäminen oli onnistunut hyvin. Istutuspisteiden tiheys vaihteli 1 800 ja 2 000 mättään välillä hehtaarilla ja keskiarvoksi tuli 1 800 mätästä hehtaarille. Arvosanaksi työjäljelle tuli hyvä.

#### 4.1.11 Kuvio 11

Kuvio 11 oli MT-kasvupaikka, ja maalaji oli keskikarkea ja kivinen. Uudistusosalalla oli käytetty sekä laikutusta että laikkumätästystä. Kuvion pinta-ala oli 3,6 hehtaaria, ja se oli muodoltaan sekä rinnettä että tasaista. Kuviolta oli kerätty hakkuutähteet pois ja uudistusosalalle oli kaivettu hieman myös matalaa naveroa alavammille paikoille. Sillä ei kuitenkaan haettu varsinaista kuivatuksellista tehoa. Kuviolla oli työjäljen perusteella käytetty mätästyspäättä.

Istutuspaikkojen määrä vaihteli kuviolla 1 600 ja 1 800 kappaleen välillä hehtaarille ja keskiarvoksi muodostui 1 800 istutuspistettä hehtaarille. Osa laikuista oli hieman pieniä, mutta pääasiassa riittävän kokoisia. Laikkujen keskimääräiseksi pituudeksi muodostui 83 cm, joka on hieman alhainen tavoitearvoon nähden, ja leveydeksi muodostui 53 cm. Laikkujen syvyys oli tasaisesti 5 cm, ja laikkujen työjälki oli tyydyttävää. Mät-

täät olivat muodoltaan erittäin hyviä. Mättäiden pituuksien keskiarvo oli 54 cm ja leveyden keskiarvoksi tuli 46 cm. Pituus vaihteli 50 cm:n ja 60 cm:n välillä ja leveys 40 cm – 50 cm. Mättäiden korkeus vaihteli 5 cm:n ja 10 cm:n välillä ja keskiarvoksi muodostui 8 cm. Naverot olivat keskimäärin 30 cm syvyisiä. Kokonaisarvosanaksi työmaalle tuli hyvä.

#### 4.1.12 Kuvio 12

Kuvio 12 oli maalajiltaan karkaa soraa ja kasvupaikkaluokitus VT. Uudistusala oli pinta-alaltaan 1,7 hehtaaria ja se oli käsitelty laikuttamalla. Ala muodostui kolmesta osakuvioista, jotka olivat kaikki ominaisuuksiltaan samanlaisia, ja ne oli käsitelty samalla menetelmällä. Maasto oli muodoltaan melko tasaista ja suhteellisen herkästi heinittyvää. Kuviolla oli myös avokalliota. Kuvio oli 4-tien varrella, ja sillä oli maisemallista arvoa. Työjäljestä päätellen alueella oli käytetty laikutus- tai mätästyspäättä.

Laikut olivat pituudeltaan keskimäärin 68 cm ja leveydeltään 43 cm. Vaihtelua oli pituudessa 60 cm:n ja 80 cm:n välillä. Leveys vaihteli 40 cm:n ja 50 cm:n välillä. Kooltaan laikut jäivät sekä pituudeltaan että leveydeltään alle tavoitteiden, mutta täyttivät tyydyttävän laikun dimensiot. Laikkujen syvyys oli tasaisesti 5 cm. Laikkujen tiheys vaihteli 1 800 ja 2 200 kappaleen välillä hehtaaria kohti ja keskiarvoksi muodostui 1 800 laikkua hehtaarille. Kokonaisarvosanaksi muokkaustyömaalle muodostui tyydyttävä.

#### 4.1.13 Kuvio 13

Kuvio 13 oli muodoltaan rinnemaa ja kasvupaikaltaan VT. Maalaji oli keskikarkeaa ja heinittymisen riski on otettava huomioon. Kuviolla oli hieman kivisyyttä, ja maanmuokkausta hankaloitti hieman maanpinnassa kulkeva vesiputki. Uudistusala muodostui kolmesta kuvioista, jotka liittyivät toisiinsa. Uudistusalalla oli säästetty jonkin verran taimiryhmiä. Pinta-ala oli yhteensä 3,5 hehtaaria. Alue oli muokattu laikuttamalla laikutus- tai mätästyspäällä.

Laikut olivat syvyydeltään 5 cm:n luokkaa, joka oli täysin tavoitteiden mukainen. Pituutta laikuilla oli 50 cm – 70 cm ja leveyttä tasaisesti 50 cm. Pituuden keskiarvoksi muodostui 60 cm, joka on aavistuksen alle tavoitteiden. Myös leveys jäi hieman tavoitteiden alle. Laikkujen tiheys vaihteli 1 600 kappaleesta 2 400 kappaleeseen heh-



taarilla, ja keskiarvoksi muodostui 2 000 laikkua hehtaarille. Tiheys oli juuri tavoitteiden mukainen. Kokonaisarvosanaksi muodostui tyydyttävä.

#### 4.1.14 Kuvio 14

Kuvio 14 oli pinta-alaltaan 1,6 hehtaaria ja muodoltaan rinnemaa. Osalla kuviota oli jopa jyrkähköä rinnettä. Kasvupaikka oli MT, ja maalajiltaan kuvio oli keskikarkeaa kivennäismaata. Uudistusosalta oli kerätty hakkuutähteet pois, ja maasto oli suhteellisen helppokulkuista. Alue oli käsitelty laikkumätästyksellä ja kaivinkoneessa oli käytetty mätästyspäättä. Kohde oli paikallisen hiekkatien varressa, ja sillä oli lievää maisemallista arvoa.

Muokkauskohteen mättäät olivat muodoltaan hyviä. Niiden pituus vaihteli 40 cm:n ja 60 cm:n välillä. Pituuden keskiarvoksi tuli 48 cm, joka on alle tavoitteiden. Se täytti kuitenkin tyydyttävän kriteerit. Leveys oli tasaisesti 50 cm, ja se oli tavoitteiden mukainen. Korkeutta mättäillä oli keskimäärin 14 cm, ja vaihtelua oli 10 cm ja 15 cm välillä. Myös korkeus oli tavoitteiden mukainen. Mättäiden tiheys oli keskimäärin 2 200 mätästä hehtaarilla, ja tiheys vaihteli 1 800 mättään ja 2 400 mättään välillä hehtaaria kohti. Kokonaisarvosanaksi muokkausjäljelle muodostui hyvä.

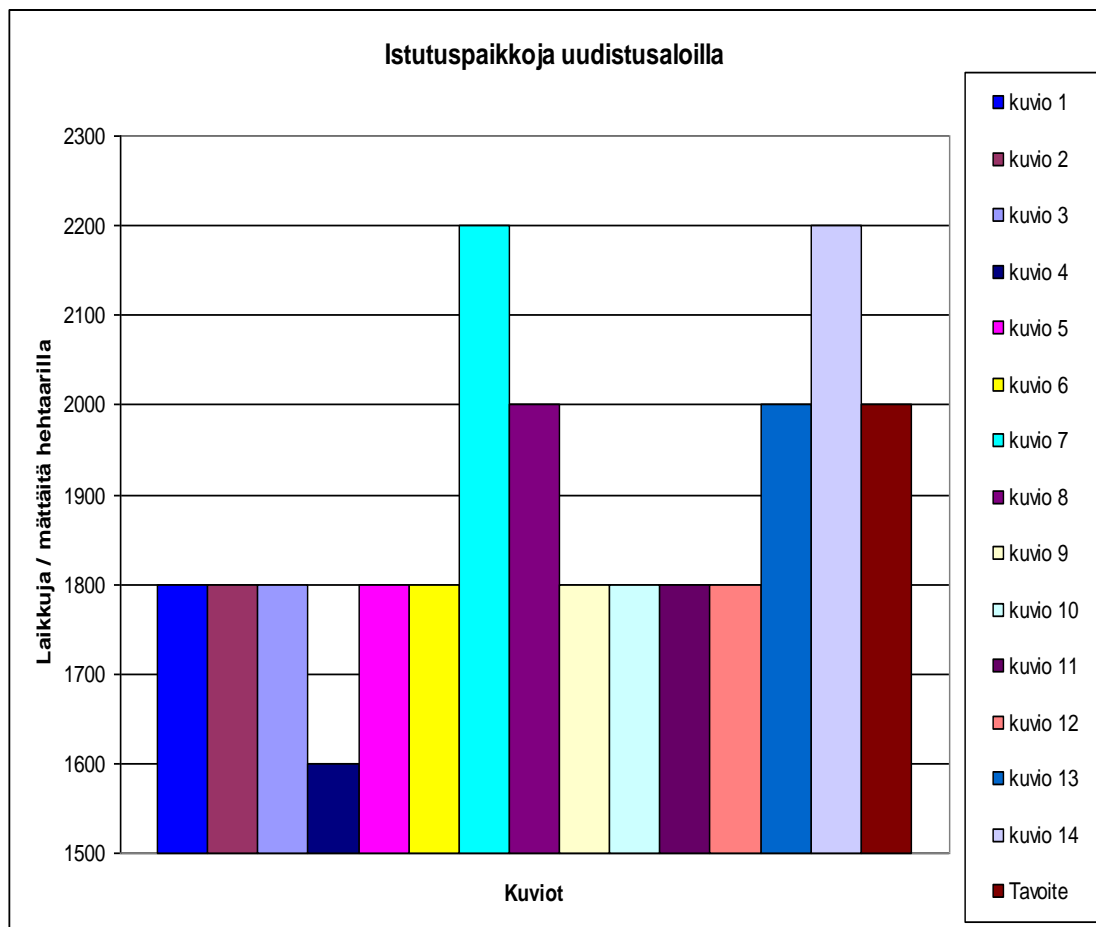
#### 4.1.15 Yhteenveto muokkaustyömaista

14 muokkauskohteesta yhteensä kahdeksan sai arvosanaksi hyvän ja loput kuusi tyydyttävän. Suurimmaksi ongelmaksi työjäljessä muodostui laikkujen ja mättäiden koko ja ojien syvyys. Joissain tilanteissa ojien syvyydeksi ei riittä tavoitteiden mukainen 50 cm, vaan ojat on kaivettava syvemmiksi. Tämä on kuitenkin pääasiassa kunnostettavien ojitusalueiden ongelma. Lisäksi ojituskohteilla ojamättäiden koossa oli puutteita, koska työ oli tehty ojakauhalla. Tällöin hyvien mättäiden tekeminen on erittäin vaikeata. Parempaan tulokseen olisi luultavasti päästy, jos kaivinkoneessa olisi käytetty esimerkiksi tasakärkistä kauhaa ja kauhan kallistusta.

Istutuspaikoissa lähes kaikilla muokkaustyömailla oli onnistuttu saavuttamaan tavoitteiden mukainen tiheys. Ainoastaan yhdellä työmaalla jäätiin tavoitteiden alle. Tälläkin uudistusosalalla tiheys oli kuitenkin 1 600 istutus pistettä hehtaaria kohti. Kaaviosta 1 näkee uudistusalojen istutuspaikkojen tiheyden keskinäisen hajonnan. Yhdeksällä työmaalla istutuspaikkoja oli keskimäärin 1 800 kappaletta hehtaarilla, kahdella koh-

teella tiheys oli 2 200 kappaletta hehtaarilla, kahdella kohteella täysin tavoitteiden mukainen eli 2 000 istutuskohtaa hehtaarilla ja yhdellä kohteella oli tiheys jäänyt alle tavoitteiden.

Pääasiallisena muokkauspäänä kohteilla oli käytetty laikutus- tai mätästyspäättä. Ainoastaan kahdella kohteella muokkaus oli tehty ojakauhalla, ja sen huomasi heti työjäljen laadusta. Kaikki 14 kohdetta oli käsitelty kaivinkoneella, ja koneyrittäjiä oli yhteensä neljä. Heidän työjälkensä ei kuitenkaan kahta työmaata lukuun ottamatta eronnut hirveästi toisistaan.



Kuva 7. Istutuspaikkoja hehtaarille uudistusaloilla kuvioittain. Hyvän muokkaustyöjäljen rajat on merkattu punaisella viivalla.

## 4.2 Yrittäjien välinen vertailu

Tutkimuksessa mukana olleita muokkaustyömaita oli muokannut yhteensä neljä eri koneyrittäjää. Yhdellä urakoitsijalla oli huomattavasti enemmän työmaita kuin muilla,

mutta jokaisella oli kuitenkin vähintään kaksi muokkauskohdetta. Se riittää vertailun tekemiseksi, mutta tulosten luotettavuus ei välttämättä ole parasta luokkaa. Luotettavan vertailun tekemiseksi jokaiselta urakoitsijalta olisi pitänyt olla yhtä monta muokkaustyömaata ja työmaiden olisi pitänyt olla verrannollisia keskenään.

Tarkan vertailun tekemiseen ei kuitenkaan ollut mahdollisuutta, koska muokkauskohdetta ei ollut riittävästi tarjolla. Tämän vuoksi urakoitsijoiden välinen vertailu on tehty sen aineiston pohjalta, mitä oli käytettävissä. Tulokset antavat kuitenkin suuntaa työn suorittajien tasosta.

#### 4.2.1 Urakoitsija A

Urakoitsijalla A oli ainoastaan kaksi työmaata tutkimusaineistossa. Tämän vuoksi tuloksista ei voi tehdä täydellistä johtopäätöstä urakoitsijan työn laadusta. Molemmat muokkauskohteet olivat kuitenkin tavoitteiden mukaiset istutuspaikkojen lukumäärän perusteella. Muokkaustyömaa 1 oli osittain laikkumätästetty ja osittain laikutettu ja työmaa 2 oli ainoastaan laikkumätästetty. Kokonaisarvosanaksi urakoitsija sai työjäljen perusteella hyvän.

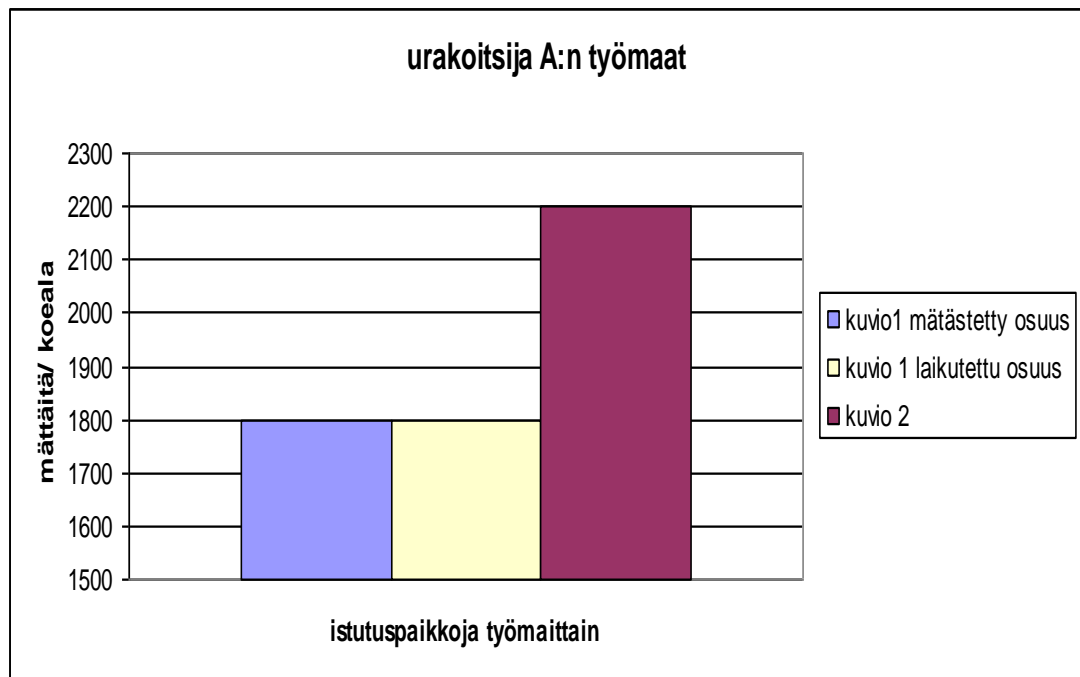
Urakoitsijan A koneessa oli käytetty mätästyspäättä, jonka avulla mätäistä muodostuu tasaisia ja niiden tiivistys on helppoa. Mätäissä leveys pysyi vakiona ja muoto oli optimaalinen. Pituudeltaan mätäät olisivat saaneet olla hieman pidempiä, mutta leveys oli juuri tavoitteiden mukainen. Myös mätäiden korkeus pysyi hyvin tavoitteessa ja tiivistys oli tehty huolella. Laikut olivat pituudeltaan ja syvyydeltään hyviä, mutta niiden leveys jäi hieman tavoitteesta. Tavoiteleveys on 80 cm ja pituus 120 cm, mutta muokkauskohteella leveys oli jäänyt 50 cm:iin.

Taulukosta 1 näkee muokkausjäljen työmaakohtaiset keskiarvot. Istutuspaikkojen tiheys oli hyvä, vaikka hajontaa oli hieman. Istutuspisteiden tiheyksien keskihajonnat olivat 185 muokkaustyömailla 1 ja 256 työmaalla 2. Kuvasta 8 on esitetty muokkaus työmaiden istutustiheyksien aritmeettiset keskiarvot pyöristettynä 100:n tarkkuudella. Taulukossa 1 on esitetty urakoitsijan muokkaamien työmaiden keskiarvot työmaittain. Kuvasta 8 näkee istutuspisteiden tiheyden työmaittain esitettynä.

Taulukko 1. Urakoitsijan A muokkauskohteiden dimensiot kuvioittain. Arvot ovat mitattujen työmaiden aritmeettisiä keskiarvoja.

	mättään pituus cm	mättään leveys cm	mättään korkeus cm	mättäitä/ koe- ala	mättäitä/ heh- taari
työmaa 1	50	50	11	9	1 800
työmaa 2	48	50	14	11	2 200
keskiarvo	49	50	13	10	2 000

	laikun pituus	laikun leveys	laikkua/ koe- ala	laikkua/ heh- taari
työmaa 1	100	50	9	1 800



Kuva 8. Urakoitsijan A muokkausjälki kuvioittain

#### 4.2.2 Urakoitsija B

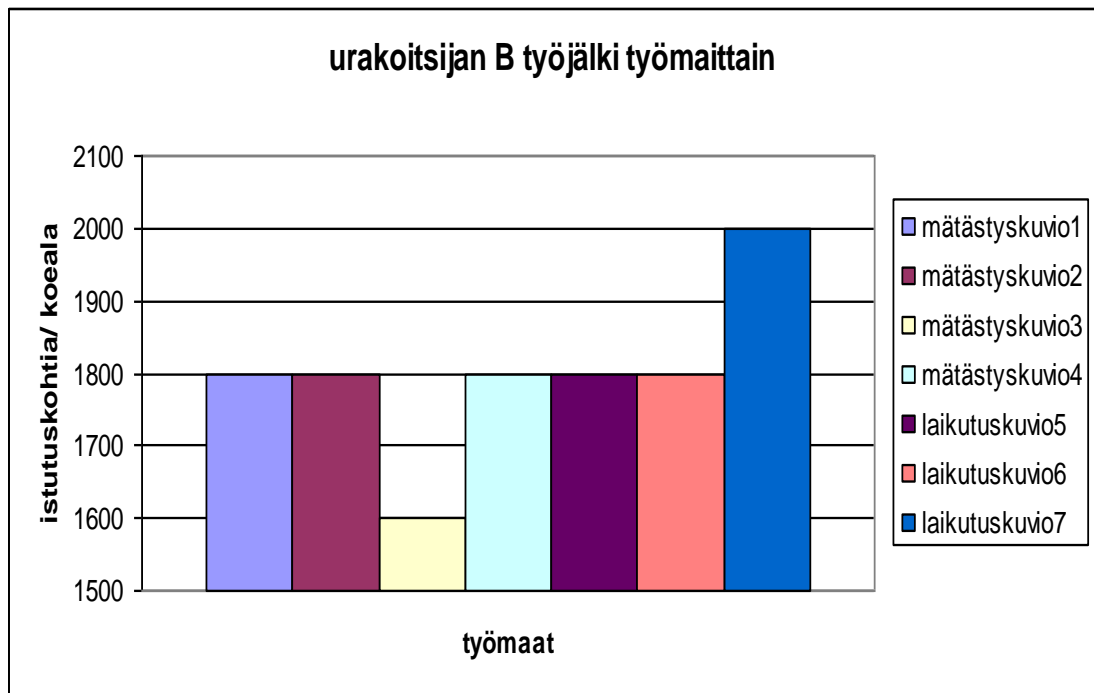
Urakoitsijalla B oli selvästi eniten maanmuokkauskohteita. Mätästyskohteita oli neljä kappaletta ja laikutuskohteita kolme kappaletta. Työmaista ei ollut yhtään sellaista kohdetta, joissa olisi käytetty useampaa kuin yhtä maanmuokkausmuotoa samalla uudistusalalla. Ainoastaan yhdellä kohteella oli tarvetta vesitalouden järjestelyyn. Työmaista kolme saivat arvosanaksi tyydyttävän ja neljälle annettiin hyvä. Vaikka työmaiden perustella hajontaa oli reilusti, urakoitsija sai silti hyvän kokonaisarvosanan. Työjälkeä pitäisi saada vielä tasaisemmaksi, jotta päästäisiin tavoitteisiin.

Myös urakoitsijan B koneessa oli käytetty mätästys- ja laikutuspäätä. Mättäät olivat jokaisella työmaalla hyvin tasaisen kokoisia. Työmaiden 2 ja 3 työjälki ei ollut kovin hyvä. Työmaalla 2 oli tehty mättäitä hakkuutähdekasojen päälle ja kantojen viereen. Työmaalla 3 puolestaan viljelypisteiden tiheys ei ollut tavoitteiden mukainen, vaan jäi selvästi sen alle. Kuten urakoitsijalla A, myös urakoitsijalla B mättäiden leveys oli erinomainen, mutta pituutta olisi mättäillä saanut olla enemmän. Mättäiden korkeus oli puolestaan kohtalaisen hyvä, paitsi työmaalla 2 mättäät olivat hieman liian korkeita. Sekä Laikkujen pituus että leveys jäivät tavoitteista. Laikkujen syvyys oli puolestaan erinomainen. Istutuspaikkojen tiheydessä urakoitsija oli onnistunut hyvin. Laikutuskohteiden keskiarvo oli 1 900 laikkua hehtaarille ja mätästyskohteilla 1 800 mätästä hehtaarille pyöristettynä 100 istutuspisteen tarkkuuteen.

Työmaiden istutuspisteiden tiheyksien keskihajonnat eivät olleet sen suurempia kuin urakoitsijalla A. Arvot olivat seuraavat: 262 työmaalla 1, 104 työmaalla 2, 128 työmaalla 3, 224 työmaalla 4, 212 työmaalla 5, 149 työmaalla 6 ja 256 työmaalla 7. Osalla työmaista keskihajonta oli jopa pienempää kuin urakoitsijalla A. Taulukossa 2 on esitetty urakoitsijan muokkaamien työmaiden keskiarvot työmaittain. Kuvassa 9 näkee istutuspisteiden tiheyden työmaittain esitettynä.

Taulukko 2. Urakoitsijan B muokkauskohteiden dimensioiden kuvioittain. Arvot ovat mitattujen työmaiden aritmeettisia keskiarvoja.

	mättään cm	pituus cm	mättään cm	leveys cm	mättään cm	korkeus cm	mättäitä/ ala	koe- ala	mättäitä/ hehtaari
työmaa 1	48		50		18		9		1 800
työmaa 2	44		50		26		9		1 800
työmaa 3	46		50		21		8		1 600
työmaa 4	46		40		13		9		1 800
keskiarvo	46		48		20		9		1 800
		laikun pituus		laikun leveys			laikkuja/ ala	koe- ala	laikkuja/ hehtaari
työmaa 5		115		47			9		1 800
työmaa 6		68		42			9		1 800
työmaa 7		60		50			10		2 000
keskiarvo		81		46			9		1 900



Kuva 9. Urakoitsijan B muokkausjälki kuvioittain

#### 4.2.3 Urakoitsija C

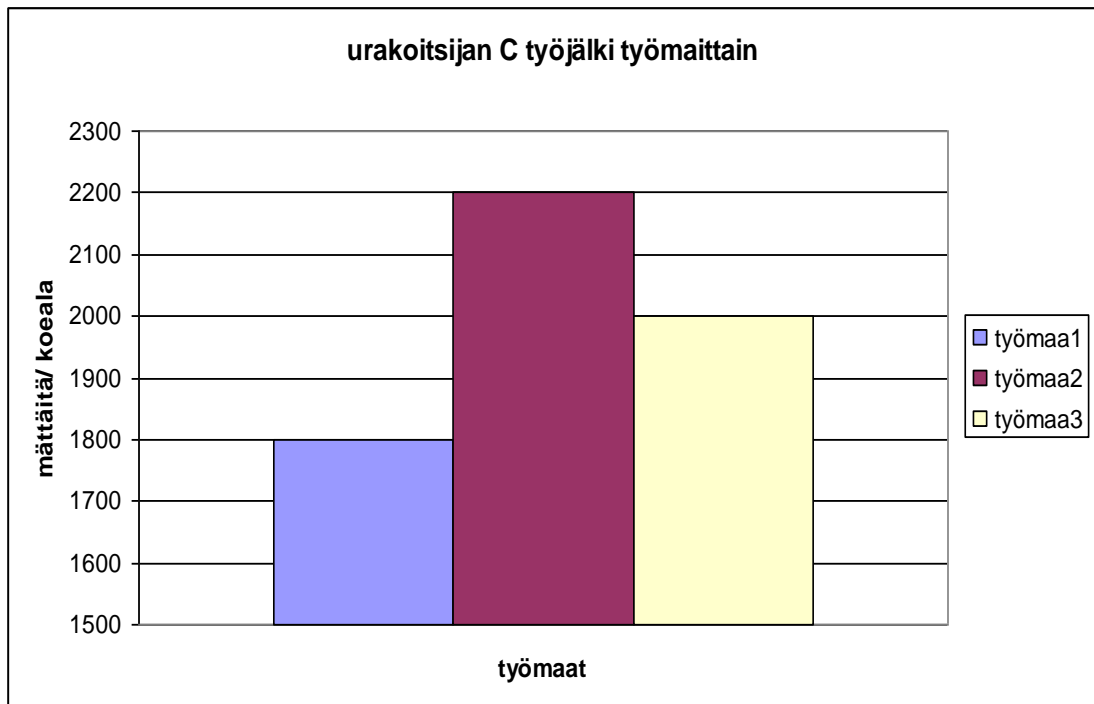
Urakoitsijan C kaikki kolme muokkaukohdetta oli muokattu ojitusmätästämällä. Työmaa 1 oli rehevä kivennäismaakohde, jolla maaperä oli hienojakoista. Työmaan 2 reuna oli savimaata, joka muuttui lähes välittömästi turvemaaksi, ja turvekerroksin paksuus oli lähes koko kuviolla vähintään 30 cm. Työmaa 3 oli puhdas turvemaakohde, mutta luokitukseltaan ohutturpeinen. Urakoitsijan työjälki oli työmaalla 1 hyvä, mutta työmailla 2 ja 3 ainoastaan tyydyttävä. Mättäiden kokoon olisi kiinnitettävä erityistä huomiota. Kokonaisarvosanaksi urakoitsijalle tuli tyydyttävä.

Työmaan 1 jälki oli hyvää, mutta työmailla 2 ja 3 jälki oli ainoastaan tyydyttävää. Työmaat 2 ja 3 oli käsitelty työjäljen perusteella ojituskauhalla ja työmaa 1 oli käsitelty mätästyskauhalla. Työmaalla 1 työjälki oli hyvää. Ojasyvyys oli tavoitteiden mukainen ja istutuspisteitä oli riittävästi. Mättäät olisivat puolestaan saaneet olla reilumman kokoisia. Työmailla 2 ja 3 mättäät olivat puolestaan vähintäänkin riittävän kokoisia. Korkeutta olisi niilläkin saanut olla enemmän, mutta pituus oli tavoitteiden mukainen. Leveyttä oli puolestaan selvästi yli tavoitteiden.

Työmaiden 2 ja 3 ojat oli kaivettu reiluiksi. Syvyyttä niillä oli keskimäärin 66 cm työmaalla 2 ja työmaalla 3 lähes metrin. Leveys oli järjestään yhden metrin verran. Istutuspaikkojen tiheydet olivat kaikilla työmailla tavoitteiden mukaiset. Istutuspisteiden tiheyksien työmaakohtaiset keskihajonnat olivat 249 työmaalla 1, 302 työmaalla 2 ja 185 työmaalla 3. Taulukossa 3 on esitetty urakoitsijan muokkaamien työmaiden keskiarvot työmaittain. Kuvasta 10 näkee istutuspisteiden tiheyden työmaittain esitetynä.

Taulukko 3. Urakoitsijan C muokkauskohteiden dimensioiden kuvioittain. Arvot ovat mitattujen työmaiden aritmeettisia keskiarvoja.

	mättään pituus cm	mättään leveys cm	mättään korkeus cm	mättäitä/ koeala	mättäitä/ hehtaari	ojasyvyys cm
työmaa 1	54	50	16	9	1 800	46
työmaa 2	84	100	17	11	2 200	66
työmaa 3	76	100	18	10	2 000	90
keskiarvo	71	83	17	10	2 000	67



Kuva 10. Urakoitsijan C muokkausjälki kuvioittain

#### 4.2.4 Urakoitsija D

Myös urakoitsijalla D oli ainoastaan kaksi työmaata muokattavana. Tästä syystä urakoitsijan työjäljen laadusta ei voida tehdä tarkkoja johtopäätöksiä, kuten urakoitsijan A tapauksessa. Työmaa 1 oli käsitelty pelkästään laikuttamalla. Työmaalla 2 oli käytetty kahta maanmuokkausmuotoa: osa kuvioista oli laikkumätästetty ja osa laikutettu. Kummallakin työmaalla oli riittävästi istutuspisteitä hehtaaria kohti. Urakoitsija oli käyttänyt koneessaan laikutus- ja mätästyspäättä. Kokonaisarvosanaksi urakoitsijalle tuli hyvä.

Molemmat työmaat olivat helppokulkuisia alueita. Kuvioilta oli kerätty hakkuutähteet pois, ja maasto oli melko tasaista. Työmaalla 1 mättäät olivat leveydeltään hyviä ja lähes tavoitteiden mukaisia, mutta pituudeltaan jäivät yli 20 % tavoitekoosta. Mättäiden korkeus oli juuri tavoitteiden mukainen ja, tiivistys oli onnistunut erinomaisesti. Istutuspisteitä työmaalla 1 oli tavoitteiden mukainen määrä. Työmaalla 2 mättäiden pituus jäi vain hieman yli 20 %:n päähän tavoitteesta, mutta leveydeltään ja korkeudeltaan ne olivat hyviä. Laikut olivat sen sijaan selvästi alle tavoitteiden, mutta täyttivät kuitenkin sekä leveydeltään että pituudeltaan tyydyttävän kriteerit. Laikkujen syvyys oli tavoitteiden mukaisesti 5 cm.

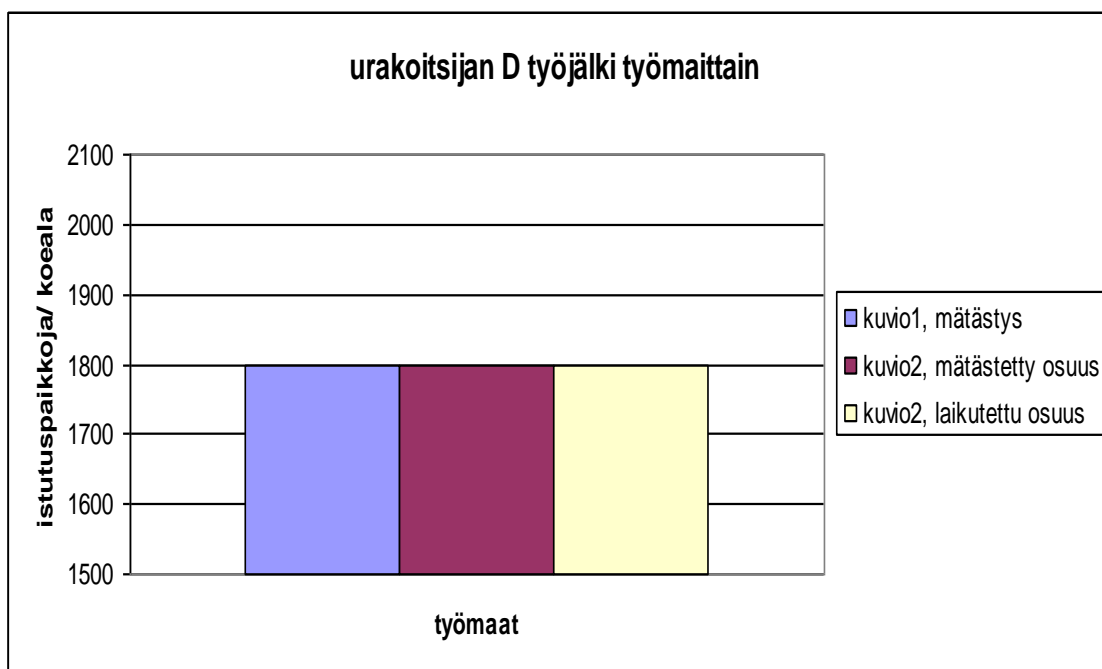
Istutuspisteiden tiheys oli molemmilla työmailla tasainen ja täytti hyvän kriteerit. Työmaiden keskihajonnat istutuspisteiden suhteen olivat 93 työmaalla 1 ja 104 työmaalla 2. Taulukossa 4 on esitetty urakoitsijan muokkaamien työmaiden keskiarvot työmaittain. Kuvasta 11 näkee istutuspisteiden tiheyden työmaittain esitettynä.

Taulukko 4. Urakoitsijan D muokkauskohteiden dimensioidut kuvioittain. Arvot ovat mitattujen työmaiden aritmeettisia keskiarvoja.

	mättään cm	pituus	mättään cm	leveys	mättään cm	korkeus	mättäitä/ koeala	mättäitä/ hehtaari
työmaa 1	43		47		9	9	1 800	
työmaa 2	54		46		8	9	1 800	
keskiarvo	49		47		9	9	1 800	



	laikkujen cm	pituus	laikkujen cm	leveys	laikkuja/ koeala	laikkuja/ hehtaari
työmaa 2	83		50		9	1 800



Kuva 11. Urakoitsijan D muokkausjälki kuvioittain

#### 4.2.5 Yhteenveto

Kuvasta 12 näkee urakoitsijoiden työmaiden istutuspisteiden keskiarvot hehtaaria kohden. Siitä voi päätellä, että jokainen urakoitsija on päässyt tavoitteeseen tärkeimmässä kriteerissä. Hajontaa oli urakoitsijoiden välillä lähinnä mätäiden ja laikkujen koossa ja ojasyvyyksissä. Myös työjäljen tasaisuudessa oli jonkin verran eroja

Suurin ongelma oli mätäissä liian alhainen pituus ja laikuissa sekä pituus että leveys jäi alle tavoitteiden. Kaikilla muilla paitsi yhdellä työmaalla laikkujen pituus oli lähellä tavoitetta, mutta leveys oli järjestään jokaisella työmaalla luokkaa 50 cm, vaikka tavoite on 80 cm. Istutuspisteiden tiheyksien tasaisuudessa on jokaisella yrittäjällä kehittämistä, ja siihen auttaa työjäljen seuranta ja palautteen antaminen urakoitsijoille. Myös urakoitsijoiden opastus ja koulutus parantaisi työjäljen laatua.

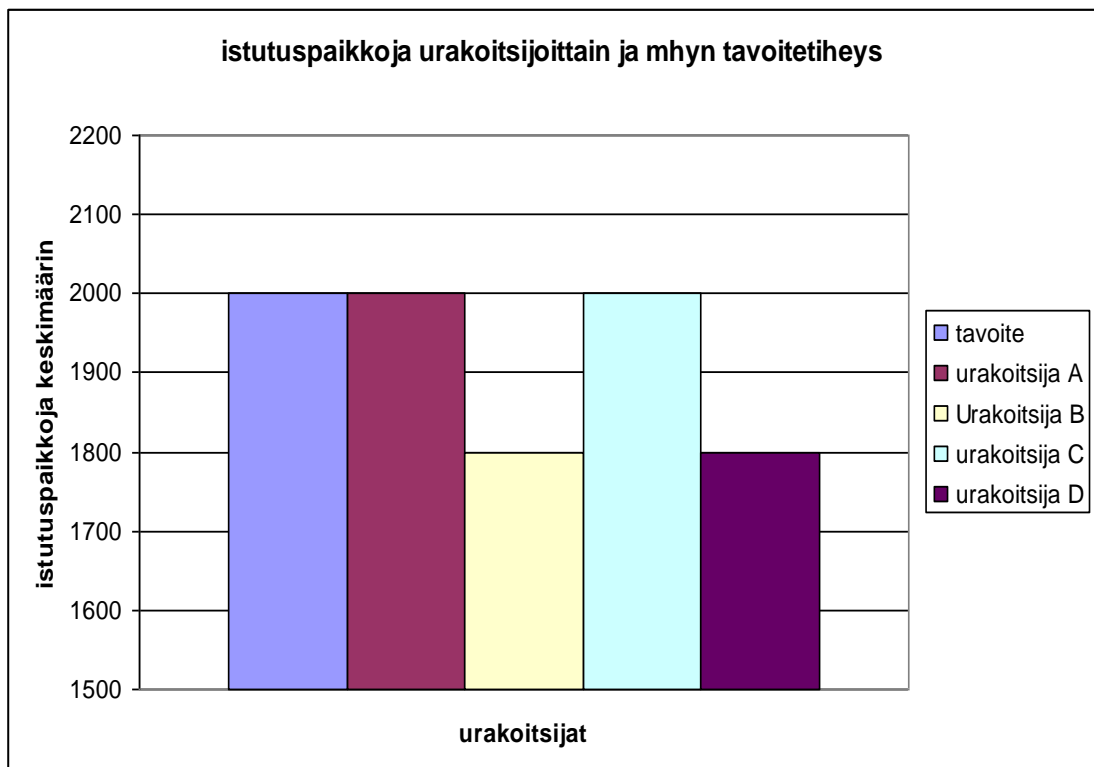
Urakoitsija D teki kaikista tasaisinta työjälkeä istutuspisteiden tiheyden ja tasaisuuden perusteella. Toiseksi tasaisinta jälkeä teki urakoitsija B, ja kolmantena oli urakoitsija

A. Urakoitsijalla C oli kaikkein suurin keskihajonta, ja siksi se oli järjestyksessä viimeinen. Urakoitsijoiden välinen järjestys perustuu urakoitsijoiden muokkaamien työmaiden keskihajontalukujen vertailuun. Luvut selviävät taulukosta 5, josta käyvät ilmi työmaakohtaiset keskihajontaluvut ja niiden mediaani.

Taulukko 5. Urakoitsijoiden työmaiden istutuspisteiden tiheyksien keskihajonnat ja niiden mediaaniluvut

Urakoitsijoiden työmaiden keskihajonnat työmaittain

	työmaat							
urakoitsija	1	2	3	4	5	6	7	mediaani
A	185	256						220,5
B	262	104	128	224	212	149	256	212
C	249	302	185					249
D	93	104						98,5



Kaavio 5. Urakoitsijoiden muokkausjälkien keskiarvo ja metsänhoitoyhdistyksen tavoite johon tulisi pyrkiä

## 5 TULOSTEN TARKASTELU

Tulosten tarkastelussa tutkitaan muokkaustyömaiden toteutuneita arvoja tavoitearvoon. Suurin painoarvo muokkauskohteilla oli viljelypisteiden riittävällä määrällä. Mhy Päijät-Hämeen alueella käytetään 2 000 viljelypisteen hehtaarikohtaista suositustiheyttä havupuille uudistettavilla kohteilla. Toiseksi merkittävin oli muokkausmenetelmän oikeellisuus kohteelle, ja kolmanneksi tuli paljastetun kivennäismaan pinta-ala.

Mättäiden, laikkujen ja naveroiden keskeisimmät tavoitekoot on esitetty luvussa 2.2 sekä taulukoituina arvoina taulukossa 6. Lähdeaineistossa oli joitain eroja tavoiteko'oissa, joten tässä työssä on jouduttu hieman soveltamaan joitain arvoja metsänhoitoyhdistyksen omien tavoitteiden mukaisesti. Suurimmat erot lähdetiedostoissa olivat laikku- ja naveromättäiden korkeuksien suositusarvoissa ja laikkujen koossa. Esimerkiksi laikun koon Metsämaan muokkausoppaan mukaan tulisi olla kaivinkoneella tehtäessä pituudeltaan ja leveydeltään 60 – 70 cm, kun Metsätehon Maanmuokkauksen koulutusaineiston mukaan sen tulisi olla 80 cm x 120 cm.

Istutuspisteiden määrä oli jokaisessa lähdetiedostossa sama. Tässä työssä on käytetty arvona metsänhoitoyhdistyksen suositusarvoa havupuille, koska kaikki muokkauskohteet olivat havupuiden uudistusaloja. Mittauskohteiden tuloksia verrataan juuri tähän arvoon.

Taulukko 6. Istutuspisteiden suosituskoot Metsätehon maanmuokkauksen koulutusaineiston mukaan. Istutustiheys on mhy Päijät-Hämeen käyttämä tavoitetiheys havupuiden uudistusallalla.

	laikku	laikkumätäs	naveromätäs
pituus cm	120	70	70
leveys cm	80	50	70
korkeus cm			
hienojakoinen maa		5 - 10	20 - 40
keskikarkea maa		15 - 20	20 - 30
turvemaa			5 - 30
pinta-ala cm <sup>2</sup>	9 600	3 500	4 900
kivennäismaata cm	>5	>5	>5
naveron syvyys cm			
kivennäismaalla			20 - 30
turvemaalla			30 - 50

istutuspisteitä hehtaarilla	2 000	2 000	2 000
-----------------------------	-------	-------	-------

## 5.1 Viljelypisteiden lukumäärä kuvioittain

Uudistuskohdeiden työjälki oli pääasiassa tasaista. Hajontaa oli lähinnä kuvioiden sisällä, mutta keskimääräisesti yleisin toteutunut tiheys oli 1 800 viljelypistettä hehtaarille. Se muodostui samalla kaikkien työmaiden mediaaniarvoksi. Keskihajonta vaihteli työmailla arvojen 93 ja 302 välillä. Muokkausalakohdaiset keskihajontaluvut selviävät taulukosta 7. Arvot kuvaavat työmaiden paikallista hajontaa keskiarvon suhteen sekä antaa suuntaa työjäljen tasaisuudesta. Keskihajonta-arvojen selvittämiseksi käytettiin kaavaa 1. Työmaakohtaiset viljelypisteiden keskimääräiset tiheydet on esitetty aiemmin luvussa 4.1 Muokkausjälki kuvioilla.

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Kaava 1. Keskihajonnan laskeminen.

Ainoastaan yhdellä kuviolla viljelypisteiden tiheys jäi selvästi alle tavoitetiheyden. Metsänhoitoyhdistyksen alueella kohteiden kivisyydellä ei ollut selvästi havaittavaa vaikutusta tiheyteen. Hakkuutähteet olivat vaikuttaneet ainoastaan yhden kuvion työjälkeen, ja silläkin lähinnä osa laikkumättäistä oli tehty hakkuutähdekasojen päälle.

Taulukko 7. Muokkauskohteiden keskihajonnat kuvioittain

kuviot	keskihajonta
1	212
2	262
3	104
4	128
5	249
6	185
7	302
8	185
9	224
10	93
11	104
12	149
13	256
14	256

## 5.2 Laikkujen ja mättäiden ominaisuudet

Suurin ongelma työjäljessä oli laikkujen ja mättäiden riittämätön koko. Laikuissa leveys jäi yleisesti alle tavoitteiden mutta pituus oli lähellä sitä. Sekä laikkujen että mättäiden leveys oli pääasiassa 50 cm:n luokkaa. Laikuissa jäätin keskimäärin 62,5 prosenttiin tavoiteleveydestä, mutta mättäiden osalta tavoiteleveys saavutettiin kahta työmaata lukuun ottamatta, joilla mättäiden leveys oli kaksi kertaa tavoiteleveyden verran.

Viljelypisteiden pituuksissa puolestaan laikkujen pituus oli yleisesti hyvää luokkaa lukuun ottamatta kahta työmaata, jossa laikkujen pituudet jäivät alle 60 prosenttiin tavoitepituudesta. Mättäiden pituus oli lähes poikkeuksetta liian alhainen, eli keskimäärin 77 % tavoitepituudesta. Ainoastaan kahdella työmaalla mättäiden keskimääräinen pituus oli tavoitteiden mukainen.

Muokkaukskoneissa oli käytetty pääasiassa työhön soveltuvaa muokkauspäättä, mutta kahdella kohteella työ oli tehty ojituskauhalla, ja se näkyi välittömästi mättäiden leveydessä. Oikeanlaisen muokkauspään käytön ansiosta mättäiden korkeudet pysyivät pääasiassa asiallisina. Vaihtelua oli kokonaisuudessaan 5 cm:n ja 30 cm:n välillä. Myös tiivistämiset olivat onnistuneet asiallisesti, eikä niissä ollut suuria eroja.

## 5.3 Urakoitsijoiden erot

Erot saman urakoitsijan tekemillä työmailla voi johtua eri koneenkuljettajista. Se selittäisi urakoitsijan B muokkaamien kohteiden eroja. Urakoitsijan C sisäiset erot voivat johtua koneessa käytetystä eri muokkauspäästä. Urakoitsijan C kaksi muokkaukskohdetta saattoivat olla myös kunnostusojituskohteita, joilla on suoritettu metsänuudistaminen. Tämä selittäisi ojien reilun koon kohteilla.

Urakoitsijoiden väliset suurimmat erot olivat keskihajontalukujen vaihtelussa. Kaikilla oli ongelmana mättäiden liian alhainen pituus ja laikkujen osalta leveys. Mättäiden korkeuksissa ja laikkujen syvyyksissä ei ollut huomattavia eroja. Osaltaan työjäljen tasaisuuteen saattoi vaikuttaa kohteiden ominaisuudet, ja siksi urakoitsijoiden välille

ei voi vetää selviä laatueroja ainakaan tässä työssä käytettävissä olleen aineiston perusteella.

#### 5.4 Muut huomiot

Kaikilla kohteilla maanmuokkausmuoto oli valittu oikein. Tutkimusten aikana havaittiin vain joitakin paikallisia puutteita. Tällaisia oli laikutuskohteilla, joille olisi soveltunut paremmin laikkumätästys, koska laikuissa seisoivat vesi, ja se vaaransi taimien kasvun viljelypisteellä. Joillain kohteilla oli kaivettu naveroa, vaikka maaperä vaikutti kohtalaisesti vettä läpäisevältä. Ratkaisu saattoi kuitenkin olla oikea ajatellen kevään ylivalunta-aikaa, jolloin lumien sulamisvedet ohjautuvat naveroihin. Näihin ongelma-kohtiin voidaan vaikuttaa tarkalla paikallisella suunnittelulla ja urakoitsijoiden kouluttamisella. Jos urakoitsija havaitsee kohteella kosteusongelmia, hänen tulisi olla yhteydessä kohteen suunnittelijaan, jotta muokkausmenetelmiä voidaan muuttaa soveltuvammaksi työn edetessä.

#### 5.5 Tulosten luotettavuus

Mitattavia kohteita olisi saanut olla enemmän, jotta tuloksista olisi saatu luotettavampia. Kohteiden valinnassa ei voitu käyttää otantamenetelmää, koska kohteita ei ollut tarjolla riittävästi siihen tarkoitukseen. Tutkimukseen otettiin kaikki ne kohteet, joista saatiin kartat metsänhoitoyhdistyksen alueellisilta toimihenkilöiltä. Kohteille tehtiin koealaverkko sen pinta-alan, uudistusalan muodon ja maaston muodon perusteella. Joitakin poikkeuksia jouduttiin tekemään muun muassa avokallion takia. Koealaverkolla pyrittiin kattamaan kohteet mahdollisimman kattavasti. Koealoja otettiin jokaiselta kuviolta vähintään kahdeksan kappaletta, jolloin koealoja saatiin riittävästi. Koealoja oli yhteensä 117 kappaletta.

Muokkauksen laadun tarkastukseen kohteita oli riittävästi, mutta urakoitsijoiden välisen vertailun parantamiseksi jokaiselta urakoitsijalta olisi pitänyt olla enemmän kohteita. Ainoastaan yhdellä urakoitsijalla kohteita oli lähes riittävä määrä, mutta muiden osalta tulokset ovat vain suuntaa antavia. Jotta urakoitsijoiden välinen vertailu olisi saatu luotettavaksi, jokaiselta urakoitsijalta olisi pitänyt olla mielellään kymmenen kohdetta. Tällöin urakoitsijoiden tasapuolinen vertailu olisi ollut mahdollista.

Muokkauskohteet oli käsitelty pääasiassa vuoden 2010 aikana, mutta osa oli muokattu jo vuonna 2009. Mittaukset suoritettiin kesän 2010 kuluessa, jolloin osalla kohteista aluskasvillisuus häiritsi mittauksia. Mittausten pitkä ajankohta johtui työmaakarttojen saamisen ajankohdista. Työmaakarttoja saatiin tutkimukseen pitkin kesää 2010, joten mittauksia ei voitu tehdä alkukesällä. Ongelmia oli sekä mättäiden löytämisessä aluskasvillisuuden seasta että mättäiden epämääräisessä muodossa. Muoto hankaloitti mättäiden dimensioiden mittauksissa. Tutkimuskohteiden laadun tarkastamisen tuloksia voidaan pitää vähintäänkin suuntaa antavina, mutta yrittäjien vertailuun on syytä varautua hieman varauksella.

## 5.6 Jatkotutkimustarpeet

Urakoitsijoiden välinen vertailu voi olla lisätutkimusten arvoista. Uudistamisessa kaikilla osa-alueilla on vaikutusta lopputuloksen onnistumiseksi, mutta maanmuokkauksella tehdään pohjatyö tulevalle istutustyölle. Jotta istutustyö onnistuisi varmasti, tulee maanmuokkauksen laadun olla riittävän hyvää. Tämän vuoksi hyvien urakoitsijoiden löytäminen on arvokasta koko metsänuudistamisen onnistumiseksi. Hyvä maanmuokkausjälki ei yksinään takaa metsänuudistamisen onnistumista, mutta sillä kuitenkin autetaan koko ketjun myöhempiä vaiheita. Maanmuokkaus vaikuttaa etenkin taimikon varhaiskehitykseen vähentämällä pintakasvillisuuden kilpailua ja pienentämällä tuhoriskiä.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Maanmuokkaustyön laatua voidaan pitää kokonaisuutena vähintäänkin tyydyttävänä. Tärkeimmän kriteerin perusteella tarkasteltuna kaikista 14 kaivinkoneella tehdystä muokkausjäljestä ainoastaan yhdellä jäi viljelypisteiden hehtaarikohtainen lukumäärä alle tavoitteiden. Tämä tarkoittaa, että muokkaustyöllä oli hyvät lähtökohdat onnistua. Viljelypisteiden suhteen vaihtelu muokkauskohteiden sisällä oli 1 400 ja 2 600 välillä. Vaihteluväli oli turhan suuri, ja se kuvastaa kohteiden epätasaista käsittelyä.

Muokkaustyössä mättäiden ja laikkujen koko oli selvästi ongelmakohta. Laikkujen molemmat arvot jäivät tavoitteesta, mutta mättäissä puutteita oli lähinnä pituudessa. Laikkujen syvyys ja mättäiden korkeus olivat pääasiassa tavoitteiden mukaiset. Ainoastaan kahdella kohteella ei käytetty mätästykseen soveltuvaa kauhamallia, vaan työ oli hoidettu ojakauhalla. Oikean kauhamallin käyttäminen korostuu varsinkin hanka-

lammilla kohteilla, kuten kivisillä mailla ja erittäin hienojakoisilla mailla, joilla maa-aines voi tarttua kiinni kauhaan. Tämä vaatisi joillakin työmailla urakoitsijoilta useampaa kauhamallia. Toinen vaihtoehto olisi urakoitsijoiden ohjaaminen sellaisille työmaille, johonka heidän kalustonsa soveltuu parhaiten.

Urakoitsijoiden ohjaaminen soveltuvimmille työmaille tuo lisää kustannuksia, koska koneiden siirtomatkat kasvavat tällöin väistämättä. Tämän välttämiseksi voisi ottaa käyttöön esimerkiksi alueelliset avainurakoitsijat, joilla on sopiva kalusto työn suorittamiseksi. Sopivien avainurakoitsijoiden löytämiseksi urakoitsijoiden vertailua olisi jatkettava lisää.

Toinen puute oli työmaiden reilu istutuspaikkojen tiheyksien sisäinen vaihtelu. Tämä aiheuttaa taimikon epätasaisuuden alkuvaiheessa. Jotta muokkaustyö olisi hyvää, kohteet olisi muokattava tasaisesti. Avokalliot ja runsas kivisyys hankaloittaa tasaisen muokkaustyön suorittamista ja aiheuttaa hajontaa viljelypisteiden tiheyksissä. Muilta osin työjäljen tasaisuutta voidaan parantaa työn suorittajien opastuksella ja omavalvonnalla.

Muokkaustyön suorittajat tarvitsevat jatkuvasti opastusta oikeiden menetelmien ja tasaisen työjäljen saavuttamiseksi. Myös muokkaustyöntekijöitä pitää kehottaa omavalvonnan suorittamiseen. Omavalvontaa varten työn suorittajien olisi hyvä täyttää työmaakohtaista seurantalomaketta, josta selviää kaikki tärkeimmät tiedot muokkaustyön jäljen tarkastamiseksi. Lisäksi toimihenkilöiden tulee tehdä muokkauskohteille tarkempia pistokokeita, joissa selviää kohteen todellinen työn laatu.

Omavalvontalomakkeen täyttämiseksi urakoitsijan pitäisi ottaa muokkauskohteelta muutama koeala ja mitata jokaiselta kohteelta yhden viljelypisteen dimensiot. Tätä varten on liitteenä esimerkkilomake, jossa kysytään tarvittavat tiedot työn laadun seuraamiseksi. Toinen vaihtoehto on aiemmin luvussa 3.2 esitetty lomake mätästykseen ja laikutuksen laadunvarmistukseksi. Siinä kysytään muokkauskohteen perustietojen lisäksi viljelypisteiden lukumäärää hehtaarikohtaisesti sekä pisteen dimensiot, eli työn suorittaja joutuu seuraamaan omaa työjälkeään tarkemmin. Toimihenkilöt voivat käyttää esimerkiksi Metsätehon valmista Maanmuokkauksen työohje- ja laadunvarmistuslomaketta.



Tutkimustuloksia voidaan pitää suuntaa antavana ja työtä voidaan hyödyntää jatkossa maanmuokkaajien opastuksessa ja heidän muokkaustyönsä laadun seurannassa. Urakoitsijoiden vertailun tulokset ovat lähinnä suuntaa antavia, mutta ne antavat jonkinlaisen kuvan metsähoitoyhdistyksen alueella toimivista urakoitsijoista. Kuvioittaisen työjäljen laatua voidaan kuitenkin pitää vähintäänkin suuntaa antavina. Laadun seuranta on tärkeää, jotta työjälki pysyisi jatkossakin riittävän hyvänä. Se on sekä metsänomistajan, metsäsuunnittelijan että urakoitsijan intressien mukaista. Jos laatu heikkenee, siitä kärsii ensimmäisenä metsänomistaja.

## LÄHTEET

1. Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L., Tamminen, P. 2007 Metsämaan muokkausopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
2. Valkonen, S. Ruuska, J. Kolström, T. Kubin, E. Saarinen, M. 2001 Onnistunut metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
3. Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen internetsivut. Saatavissa <http://www.mhy.fi/paijathame> [viitattu 7.3.2011]
4. Hyvämäki, T., Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2002 Tapion taskukirja. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
5. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006 Hyvän metsänhoidon suositukset. Metsäkustannus Oy. Helsinki: F.G. Lönnberg.
6. Takkinen, J. 2010 Kuusen viljelytyön laatu Metsänhoitoyhdistys Sisä-Savon alueella, Insinööritoimisto. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu.
7. Uusitalo, J., 2003 Metsäteknologian perusteet. Metsälehtikustannus Oy. Hämeenlinna: Karisto Oy.
8. Immonen, K., Kauppinen, A., Kuru, K., Tamminiemi, M., Kallonen, J. 2000 Maanmuokkauksen koulutusaineisto. Metsäteho Oy. Helsinki: TummaVuoren Kirjapaino Oy.

LIITTEET

Liite 1. Urakoitsijan omavalvontalomake

Urakanantaja:	Urakoitsija:
---------------	--------------

TYÖMAA

Kunta	
Kylä:	
Tila:	
Työmaa:	
Työaika:	

Kuvio	Pinta-ala	Menetelmä	Lsähjeet

TOTEUTUS

ha/ jm/ m					Koealat					ka	kpl/ha
Kuvio	Äestys	Laikutus	Mätästys	Muu	1	2	3	4	5		

HUOMAUTUKSET